

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Kariny Ferreira Moreira

FARELO DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hoechst) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS

DIAMANTINA – MG
2015

Kariny Ferreira Moreira

FARELO DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hoechst) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Darcilene Maria de Figueiredo
Coorientador: Alexandro Aluísio Rocha

**DIAMANTINA - MG
2015**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

M838f	<p>Moreira, Kariny Ferreira</p> <p>Farelo de crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) na alimentação de cordeiros / Kariny Ferreira Moreira. – Diamantina, 2015. 49 p. : il.</p> <p>Orientador: Darcilene Maria de Figueiredo Coorientador: Alexandro Aluísio Rocha</p> <p>Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Alimentos protéicos. 2. Parâmetros nutricionais. 3. Avaliação econômica. 4. Glicosinolato. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>CDD 636.3085</p>
-------	---

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kariny Ferreira Moreira

FARELO DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hoechst) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dr. Darcilene Maria de Figueiredo

Data de aprovação 12/08/2015.

Profa. Darcilene Maria de Figueiredo
Faculdade de Ciências Agrárias – UFVJM

Prof. Alexandro Aluísio Rocha
Faculdade de Ciências Agrárias – UFVJM

Profa. Iraides Ferreira Furusho Garcia
Universidade Federal de Lavras - UFLA

Prof. Aldrin Vieira Pires
Faculdade de Ciências Agrárias – UFVJM

Diamantina

A minha amada família, meu pai José Maria, minha mãe Regina Célia, minhas irmãs Kamily e Karoliny e ao meu Toby.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Santa Rita por terem me dado força, coragem e terem colocado em meu caminho somente pessoas certas que me ajudaram nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal dos Vales dos Jequitinhonha e Mucuri, em especial o Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa

À minha orientadora Darcilene e ao meu co-orientador Alexandro (Alex) pela orientação e ensinamentos, além da confiança e apoio ao longo desta trajetória.

A minha equipe de trabalho na Fazenda Experimental do Moura durante a realização do experimento Sr. Reinaldo e Ronald, obrigado pelo convívio, paciência, conselhos e carinho, se não fosse vocês tudo seria mais difícil.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental do Moura, muito obrigada pelo carinho e apoio durante todo tempo.

Aos eletricitistas da UFVJM que resolviam os problemas de falta de energia da FEM.

Aos técnicos: Elizandra, Múcio e Patrícia pelo auxílio e colaboração.

Ao Departamento de Farmácia pelo empréstimo de equipamento e auxílio laboratoriais.

Às estagiárias: Juscilene, Cassiane, Dani por toda dedicação e mutirões feitos para a realização das análises.

Aos meus amigos Juninho Coelho, Adriano, Cezinha, Gabi, Fabiana, Natália, Bruninha, Mariana, Kênia, Mônica, Lyvinha, Elenice e Karol pelos momentos especiais que passei com cada um de vocês.

Aos membros da banca prof Aldrin e profa Iraídes.

BIOGRAFIA

Kariny Ferreira Moreira, filha de José Maria Moreira e Regina Célia Ferreira Moreira, nasceu em Viçosa, Minas Gerais em, 05 de janeiro de 1987.

Em março de 2008, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduando-se no curso de Zootecnia em abril de 2013.

Em maio de 2013, iniciou seu Mestrado em Zootecnia, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Produção e Nutrição de Ruminantes na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Em 12 de agosto de 2015, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação, para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

A busca por alimentos alternativos dentro da nutrição animal tem crescido bastante em virtude da demanda por alimentos viáveis economicamente e oferta de coprodutos agroindústrias. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a substituição, em níveis crescentes: 0, 25, 50, 75% da proteína do concentrado pela proteína bruta oriunda do farelo de crumbe em dietas destinadas a cordeiros confinados. Durante todo período experimental os animais receberam dietas contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado. Foram utilizados 24 cordeiros machos SRD, não castrados, com idade média inicial de quatro meses e peso vivo médio inicial de $17,50 \pm 3,90$ kg distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento confinados individualmente. Os animais foram pesados para avaliação de ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA) e conversão alimentar (CA) havendo controle diário de consumo individual. Em relação aos fatores antinutricionais causados pelos glicosinolatos coletou-se amostras de sangue a cada 15 dias para avaliar os possíveis efeitos hepáticos através das enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) e para determinação de nitrogênio uréico sérico. Foi realizado ensaio de cinco dias em que se avaliou-se a digestibilidade aparente total através de coleta total de fezes e consumo de nutrientes. Foram realizadas coletas spot de urina para a determinação dos derivados de purina, eficiência de síntese de proteína microbiana, teor de nitrogênio uréico da urina e balanço de nitrogênio. Todos os ingredientes da dieta, sobras e fezes foram submetidos às análises para quantificação dos componentes nutricionais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAS. Não foi observado efeito dos níveis de farelo de crumbe nas dietas para ganho médio diário, eficiência alimentar e conversão alimentar. Houve efeito linear decrescente em $\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ para o consumo de MS, MO, PB e CNFcp. Não houve efeito das dietas para digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDNcp EE, CNFcp e CHOT. Verificou-se efeito linear crescente para os valores de eficiência de síntese microbiana em $\text{gPBmic} \cdot 100\text{gNDT}^{-1}$ consumido. Não houve alteração da atividade das enzimas hepáticas AST e ALT. Para realizar as análises econômico-financeiras foram considerados o perfil tecnológico, indicadores de tamanho, indicadores zootécnicos e indicadores econômicos dos sistemas de produção associados a diferentes estratégias nutricionais. Foram utilizados os dados de desempenho do presente estudo sendo consideradas as estruturas de avaliação de custos de produção em custo efetivo, custo operacional total, custo total, margem bruta, margem líquida, lucro e a taxa de retorno do capital investido. Contudo estratégia nutricional com inclusão de 25% de PB do farelo de crumbe (25FC) proporcionou maior número de ciclos de terminação por ano culminando em maior número de animais vendidos. Verificou-se que a estratégia nutricional com inclusão de 75% de PB do farelo de crumbe (75FC) foi responsável pelo menor custo com a alimentação dos animais sendo ambas as estratégias 25FC e 75FC as mais rentáveis apresentando maiores valores da taxa de retorno do capital investido de 13,57% e 17,84% respectivamente. Todas as estratégias alimentares proporcionaram margem bruta e líquida positiva,

com média de R\$54326,60 ao ano e R\$39643,54 ao ano, respectivamente. Pode-se concluir que o farelo de crambe, oriundo da produção de biodiesel, pode ser utilizado como alimento alternativo protéico podendo substituir em até 75% da PB do concentrado da dieta por não interferir nas variáveis de desempenho produtivo e na eficiência de síntese de proteína microbiana apesar de causar a redução no consumo de MS e PB. Da mesma maneira, o aumento do consumo de glicosinolato, presente do farelo de crambe não causou aumento nas enzimas hepáticas AST e ALT. A utilização de até 75% de substituição da proteína do concentrado oriunda do farelo de crambe na produção de cordeiros de corte é economicamente viável permitindo a viabilidade da atividade em curto e ou longo prazo.

Palavras-chave: Alimentos protéicos. Avaliação econômica. Glicosinolato. Parâmetros nutricionais.

Abstract

The search for alternative food in animal nutrition has grown considerably due to economically viable food supply demand, and offer of agro-industries co-products. The aim of the present study was to evaluate the replacement, at increasing levels: 0, 25, 50, 75% of feed concentrate protein, for crude protein derived from the crambe meal in diets designed to lambs. Throughout the trial period, animals were fed with a diet containing 50% roughage, and 50% concentrate. They were used 24 lambs, male not castrated with initial age of four months, and average body weight of 17.50 ± 3.90 kg, distributed in a completely randomized design, composed with six replicates per treatment confined individually. The animals were weighed for further evaluation of weight gain (WG), average daily gain (ADG), feed efficiency (EA), and feed conversion (FC) with daily control of individual consumption. Regarding antinutritional glucosinolates factors, blood samples were collected on taken every 15 days to evaluate the possible effects caused by the liver, through the enzymes measured glucosinase aspartate aminotransferase (AST), and alanine aminotransferase (ALT) for determination of serum urea nitrogen. It was carried out apparent total digestibility assay, during five consecutive days, total and individual fecal were collected. Spot urine collections, for the purine derivatives determination, microbial protein synthesis efficiency, urea nitrogen and nitrogen balance. The results were submitted to analysis of variance compared by regression adopting the significance level of 5% using the SAS program. There was no effect of crambe meal levels in the diets for daily mean gain, feed efficiency, and feed conversion. A decreasing linear effect kg day^{-1} in DM, OM, CP, and CNFcp intake. There was increasing linear effect for microbial synthesis efficiency values at $\text{gPBmic.100gNDT}^{-1}$ intake. There was no change in liver enzyme AST and ALT activity. To conduct the economic and financial analyzes, were considered the technological profile, size indicators, zootechnical indicators, and economic indicators of different feeding strategies. production costs for Structural Assessment in cost effective, total operating cost, total cost, gross margin, net margin, profit, and the rate of return on invested capital were considered. However, nutritional strategy with the inclusion of 25% CP crambe meal (25FC) provided a greater number of production cycle per year, culminating in more animals. It was found that the nutritional strategy with inclusion of 75% CP crambe meal most cost effective, and with greater values of capital invested return rate, 13.57%, and 17.84%, respectively. All food strategies provided positive gross and net margin, avering R\$ 54,326.60 per annum and R\$ 39,643.54 per annum respectively. It can be concluded that crambe meal, derived from biodiesel production, can be used as an alternative food protein, and can replace up to 75% protein diet not interfere in the productive performance, and in microbial protein synthesis efficiency despite to cause a reduction in the consumption of DM, and CP. Likewise, increasing glucosinase, coming from the crambe meal didn't cause animals no increase in liver enzymes AST and ALT within studied levels. The use of 75% replacement of the concentrated protein derived with crambe meal bran the production cutting is economically viable enabling the viability in the short or long-term activity.

Keywords: Protein foods. Economic evaluation. Glucosinolate. Nutritional parameters.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Biocombustível	10
2.2 Produção de biocombustível.....	11
2.3 Coproduto de biocombustível na produção animal	11
2.4 Características das oleaginosas	14
2.5 Crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst)	15
2.5.1 Característica da cultura	15
3. Coprodutos da cultura do crambe.	15
3.1 Fatores antinutricionais do farelo de crambe	15
3.1.1 Glicosinolatos.....	16
3.1.2 Ácido erúgico.....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO I	21
DESEMPENHO, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTE DE FARELO DE CRAMBE NA DIETA	21
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos.	23
Resultados e Discussão	27
Conclusão	34
Referências Bibliográficas	35
CAPÍTULO II	37
ANÁLISE ECONÔMICA DE CORDEIROS CONFINADOS COM A INCLUSÃO DO FARELO DE CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS	37
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Materiais e Métodos.	39
Resultados e Discussão	43
Conclusão	49
Referências Bibliográficas	49

1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis e os produtos feitos a partir deles têm muitas utilizações. As usinas elétricas os usam para gerar eletricidade. As pessoas queimam combustíveis fósseis para aquecer suas casas e outras construções. A gasolina, que é feita de petróleo, move carros e outros tipos de equipamentos acionados por motores. Mas as reservas dos combustíveis fósseis estão cada vez mais escassas e os impactos ambientais causados por estes são significativos (Britannica, 2015).

A fim de gerar mais de uma fonte renovável de combustível o biodiesel foi desenvolvido sendo este um combustível biodegradável derivado de fontes como óleos vegetais e gorduras animais. Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para produzir o biodiesel. Dentre essas culturas destaca-se o crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), cultura pouco conhecida no Brasil, uma oleaginosa que desponta como alternativa para a produção de biodiesel (Souza et al., 2009), que pode ser utilizada na nutrição animal substituindo ingredientes protéicos convencionais utilizados nas rações para ruminantes, o que pode promover a diminuição dos custos da alimentação.

A produção brasileira de biodiesel totalizou de 1,92 bilhão de litros ao longo do primeiro semestre de 2015. O volume é o maior da história do setor no Brasil e representa 27,9% a mais que nos primeiros seis meses de 2014 (Biodieselbr, 2015).

Os coprodutos agroindustriais surgem também como uma alternativa de ingredientes para alimentação de ruminantes, visando, além da sustentabilidade ao meio ambiente, a implantação de um plano nutricional economicamente justificável, uma vez que, também, apresentam menores custos de produção.

Devido à recente implantação da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) no Brasil e aos escassos estudos sobre seus coprodutos com uso na nutrição animal, além da preocupação com a sustentabilidade ao meio ambiente, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição crescente da proteína bruta do concentrado pela proteína bruta oriunda do farelo de crambe em dietas de cordeiros confinados sobre variáveis de desempenho produtivo, consumo, digestibilidade aparente de nutrientes, eficiência de síntese microbiana, balanço de nitrogênio, atividade hepática das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), bem como a avaliação econômica dos planos nutricionais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biocombustível

Biocombustível é o termo que se refere ao combustível obtido de fontes renováveis, a exemplo de óleos e gorduras de origem animal e vegetal, além de matérias graxas provenientes de esgotos. Biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre, substâncias aromáticas e cancerígenas, recebendo assim a classificação de combustível ecológico (Holanda, 2004).

O biocombustível vem atraindo a atenção de países do mundo todo, visto que é um combustível que pode eliminar certa dependência do petróleo além de ser menos poluente. A possibilidade de produção do biodiesel em pequena escala também vem sendo destacada pelo

mundo a fora, dito que reduz os custos de produção em relação à utilização dos combustíveis fósseis em regiões mais isoladas, possibilitando a produção de biocombustíveis para a utilização de produtores rurais (Chiaranda et al., 2005).

A estimulação da produção de biodiesel constitui também um objetivo governamental de reduzir a dependência de fontes de combustíveis não renováveis no Brasil (Carrera et al., 2012).

2.2 Produção de biocombustível

Segundo Ávila e Gazzoni, (2014) simplificadamente, biocombustível é qualquer combustível obtido a partir de biomassa vegetal ou animal, ou seja, de toda matéria-prima não mineral. Destacam-se o etanol, ou álcool etílico, e o biodiesel. À partir da década de 70 do século passado, a produção de etanol surge como substituto da gasolina para diminuir a dependência em relação ao petróleo que, naquela época, passou por crises (aumento do preço por queda de oferta em função de guerras no Oriente, principal região produtora no mundo).

No que tange ao biodiesel, o potencial também é grande. Baseado nos óleos vegetais como matéria-prima, esse combustível se destina à substituição do diesel de petróleo, ou seja, enquanto o etanol diminui a dependência quanto à gasolina, o biodiesel tem por missão eliminar as necessidades de importação de óleo diesel.

O biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, podendo ser obtido através do craqueamento, esterificação ou transesterificação. As principais matérias-primas são sementes de oleaginosas, além de gordura animal sendo a produção por matéria prima correspondente a 80% derivado da soja, 8% derivado do caroço de algodão, 5% derivado do sebo, 4% derivado da palma, 2% derivado da mamona e 1% derivado do girassol (Abdalla et al., 2008).

A fabricação do biodiesel é feita pelo processo de transesterificação, na qual a gordura ou óleo vegetal é separado da glicerina. O processo origina dois produtos: os ésteres (nome químico do biodiesel) e a glicerina (produto utilizado no mercado de sabões); além de coprodutos (torta, farelo etc.) que podem gerar outras fontes de renda importantes para os produtores (Abdalla et al., 2008).

O Brasil é considerado como um dos países mais propícios para a exploração e expansão de biomassa para fins energéticos devido a sua extensão territorial, condições climáticas favoráveis, além da área já ocupada pelas atividades agropecuárias, o país segundo a FAO (2015) ainda dispõe de, aproximadamente, 187 milhões de hectares agricultáveis, tornando-o um dos únicos países do mundo capazes de expandir sua produção, para os mais variados fins, incluindo a de oleaginosas.

2.3 Coprodutos de biocombustível na produção animal

Os alimentos alternativos estão sendo utilizados na alimentação animal devido ao seu potencial nutritivo e a capacidade de reduzir custos podendo substituir alimentos concentrados ou volumosos de forma parcial ou total, sem comprometer o desempenho e a eficiência alimentar (Mendonça, 2001), haja vista que, no sistema de produção animal, a alimentação pode chegar a representar cerca de 80% dos custos, com isto, existe preocupação constante em minimizar esse valor (Osório et al., 1998). Assim faz-se necessária a minimização de custos por meio da busca de alternativas à substituição de itens da dieta que possam melhorar as margens de lucro da atividade, apresentando desempenho pelo menos semelhante àqueles obtidos com itens de uso já consagrado (CNA, 2010).

Considerando a grande oferta de coprodutos de biodiesel com potencial a serem utilizados na dieta de ruminantes, estão sendo desenvolvidos estudos com o objetivo de identificar e avaliar por meio da composição química e valor nutricional destes para serem utilizados com segurança na alimentação de ruminantes (Carneiro, 2010).

O farelo de crambe é um alimento alternativo cuja qualidade nutricional depende de suas composições e disponibilidades de nutrientes. De acordo com Lambert et al. (1970), as características físicas e químicas dos coprodutos do crambe indicam que estes podem ser usados na alimentação animal. Goes et al. (2010) afirmaram que tanto o grão como a torta de crambe apresentaram média degradação ruminal para a matéria seca (MS) e baixa degradação para a proteína bruta (PB), com tempo de colonização semelhante.

O desempenho produtivo dos ruminantes está relacionado ao consumo alimentar adequado, que, por sua vez, depende do consumo de MS e de sua concentração energética. Mizubuti et al. (2011) salientaram que a torta de crambe apresenta bom perfil de cinética de fermentação ruminal, no que diz respeito a degradação de carboidratos, sendo potencial fornecedor de energia para a dieta de ruminantes. Os mesmos autores relataram que a torta de crambe possui valores de PB abaixo do encontrado para o farelo de soja, contudo, afirmaram que a proteína de ambos está prontamente disponível para os microrganismos ruminais.

Trabalhos feitos por Hartwig et al. (2005), com suínos, encontraram valores de 14,4% de extrato etéreo (EE) para o farelo de crambe, e 26,0% de EE para a torta, os valores de PB na MS foram de 33,1% e 20,7%, respectivamente para os coprodutos.

2.4 Características das oleaginosas

As oleaginosas são plantas que contém um alto teor de óleo, tanto a partir de suas sementes como a partir de seus frutos podendo ser utilizadas para a produção de óleo vegetal. Outra característica importante de algumas dessas plantas é o fato de que após a extração do óleo, os coprodutos podem ser utilizados para diferentes aplicações, uma dessas é para alimentação animal apresentando um bom valor nutritivo com média de 35% de PB e 11% de extrato etéreo (EE), com base na MS (Abdalla et al., 2008).

Têm ganhado destaque na cadeia produtiva do biodiesel os coprodutos provenientes das seguintes espécies de oleaginosas: soja (*Glycine max*), girassol (*Helianthus annuus*), mamona (*Ricinus communis*), dendê (*Elaeis guineensis*), pinhão-mansão (*Jatropha curcas*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), algodão (*Gossypium spp. L.*), amendoim (*Arachis hypogaea*), canola (*Brassica napus*), gergelim (*Sesamum orientale*), babaçu (*Orobignya speciosa*), macaúba (*Acrocomia aculeata*) e crambe (*Crambe abyssinica*) (Oliveira, 2010).

A porcentagem de óleo nas oleaginosas é em média de 31%, com uma produtividade média estimada de 4.000 kg.ha⁻¹ ano em terras brasileiras. Quando a mistura obrigatória de biodiesel ao diesel era 3%, o Brasil apresentava um potencial de produção de tortas e/ou farelos na ordem de 14.746 kg.ha⁻¹ ano (Abdalla et al., 2008).

A maioria das tortas e farelos provenientes das oleaginosas da produção de biodiesel pode ser utilizada na alimentação de ruminantes, no entanto cada uma dessas com suas particularidades e

cuidados antes de serem fornecidas aos animais (Abdalla et al., 2008), uma vez que vários desses coprodutos apresentam compostos bioativos específicos que podem ser altamente tóxicos. Além de alguns desses apresentarem outros fatores antinutricionais como goitrogênios, glicosinolatos, ácido fítico, gossipol, tanino e saponinas (Makkar e Becker, 1999) citados por Abdala et al. (2008).

2.5 Crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst)

2.5.1 Características da cultura

O crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) é uma oleaginosa pertencente à família das *Brassicaceae* (Fundação MS, 2011) ou, como também eram antes designadas, as *Cruciferae*. É uma oleaginosa com alto potencial para produção de biodiesel, devido ao seu elevado teor de óleo nos grãos (Cardoso et al., 2012). Planta de inverno, originária do Mediterrâneo tem sido cultivada na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul, como cultura para cobertura do solo (Goes et al., 2010).

Cultura muito tolerante à seca, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo, quando não tolera períodos chuvosos ou de alta umidade relativa do ar. Nas condições do Brasil, comporta-se como cultura de outono/inverno, com ciclo relativamente curto (média de 90 dias). Devido suas exigências climáticas, a região Centro-sul do Mato Grosso do Sul, Norte/Nordeste do Paraná e Sul de São Paulo apresentam-se como regiões de melhor adaptação (Pitol et al., 2008).

Com o estímulo à produção e ao uso do biodiesel, o crambe esta sendo avaliado por possuir boas possibilidades de produção na região Centro-Oeste, sendo assim, foram retomados os trabalhos de pesquisa que culminaram com a recomendação desta como uma das principais leguminosas da produção do biodiesel. A partir de então se obteve o registro da cultivar FMS Brilhante pela Fundação MS (Pitol et al., 2008).

3.Coprodutos da cultura do crambe

A variação no processo de extração do óleo gera coprodutos com características diferentes. Quando a extração é química obtém-se em média 32% de óleo e 68% de farelo. A torta é resultante da extração mecânica com uma concentração de óleo em torno de 19%, apresentando assim um valor energético superior ao farelo. Esse último é obtido a partir da extração com solvente, sendo mais eficiente na remoção do óleo (Fundação MS, 2011).

Dentre esses processos existentes nas indústrias esmagadoras tem-se: cozimento, decorticagem, floculagem, condicionamento, expansão e tostagem do farelo que reduzem o conteúdo de glicosinolatos entre 64 a 79% do valor encontrado na semente in natura (Fundação MS, 2011). Tal tecnologia de desintoxicação de glicosinolatos pode possibilitar efetivamente a utilização desse alimento em formulações de dietas para animais (Canova, 2012).

Os teores de PB acima de 20% encontrados nas tortas e farelos de crambe sugerem que esses coprodutos sejam classificados como concentrados protéicos, podendo então substituir fontes de alimentos protéicos na alimentação animal como farelo de soja, caroço e torta de algodão dentre outros (Fundação MS, 2011). Com a extração do óleo, o teor de proteína pode chegar a 32% na torta e até 45% no farelo segundo Knighths (2002) e redução do extrato etéreo para 1,99%, indicando este,

ser o coproduto de maior interesse na alimentação de ruminantes (Souza et al., 2010). Sendo estudado como fonte de proteína para a alimentação de bovinos (Perry et al., 1979).

3.1 Fatores antinutricionais do farelo de crambe

3.1.1 Glicosinolatos

O farelo de crambe, por se tratar de coproduto recentemente disponível no mercado brasileiro, requer uma série de estudos para que possa referendar seu uso na alimentação animal (Souza et al., 2010). Embora apresente bom potencial, existem certas restrições quanto ao seu uso, aos quais estão relacionadas a fatores antinutricionais devido à presença dos glicosinolatos (Fundação MS, 2010).

Os glicosinolatos segundo Knights (2002) são produtos secundários do metabolismo das plantas pertencentes ao gênero *Brassica*, família *Brassicaceae*, sendo representante o crambe (*Crambe abyssinica*), nabo (*Brassicarapa sp*), colza (*Brassicarapus sp*), entre outros. Representam grupos de metabólitos especiais contendo enxofre, e estão particularmente presentes em vegetais comestíveis armazenados nos vacúolos de células vegetais (Paulino, 2008).

Os glicosinolatos exercem diversas funções na planta, como defesa contra patógenos, metabolismo do enxofre e nitrogênio e regulação do crescimento. Segundo Paulino (2008), acredita-se que em condições quentes e secas ou de déficit hídrico exista um aumento da síntese de aminoácidos e de açúcares nas plantas, que são os precursores da biossíntese de glicosinolatos. Sendo assim, as variações climáticas entre países tropicais e temperados podem explicar as variações no teor de glicosinolatos no farelo de crambe.

Diferentes condições de extração de óleo também afetam o teor de glicosinolatos no coproduto do crambe. Os processamentos com o uso de solventes resultam em maiores quantidades de glicosinolatos no farelo de crambe quando comparados com a extração mecânica (Tripathi e Mishra, 2007).

A qualidade nutricional do farelo de crambe é afetada pela presença de glicosinolatos (epi-progoitrina). Existem tipos diferentes de glicosinolatos com distintos derivados, sendo eles os isotiocianatos, tiocianatos e nitrilas (Holst e Williamson, 2004) considerados tóxicos para ruminantes e não-ruminantes, que após hidrólise desses derivados são liberados para o animal sendo este tóxico (VanEtten et al., 1969) podendo causar danos no fígado e em outros órgãos e, também, redução da aceitabilidade da dieta, diminuição do crescimento, diminuição da produção e perda de peso dos animais.

Essa hidrólise ocorre enzimaticamente nas sementes durante o processamento (enzima da planta) e no trato gastrointestinal, durante a digestão sendo estas, moléculas biologicamente inativas. Porém, a lesão dos tecidos vegetais durante o processamento ou mastigação ou mesmo o ataque microbiano no rúmen facilita o contato entre os glicosinolatos com essa enzima, ou seja, a hidrólise desse composto bioativo ocorre tanto pela enzima presente na planta quanto pela produzida pela microbiota ruminal (Tripathi e Mishra, 2007).

Em dietas para ruminantes o glicosinonato é facilmente degradado pelos microrganismos ruminais, tendo, portanto, pouco ou nenhum efeito sobre os ruminantes em consumos de curto prazo.

Também, em consequência a essa degradação ocorre a liberação de glicose, isiotiocianetos, nitritos e goitrina (Figueiredo et al., 2003). Sendo que estes metabólitos são responsáveis pelo sabor amargo deste coproduto influenciando assim na sua aceitabilidade além destes causarem lesões hepáticas quando presente em elevadas concentrações sanguínea.

Considera-se o farelo de crambe como de boa qualidade quando este contém quantidade elevada de glicosinatos não hidrolisados e baixa quantidade de nitrila. Hesketh et al. (1963) relataram aumento do peso da tireóide em frangos alimentados com farelo de crambe, o que indicou efeito goitrogênico, mas Lambert et al. (1970) e VanEtten et al. (1977) não verificaram tal efeito em bovinos alimentados com dietas contendo até 10% de farelo de crambe (%MS).

As propriedades antinutricionais da degradação de glicosinatos são bem documentadas para goitrina e o tiocianato, como agentes goitrogênicos. A goitrina é derivada de uma ciclização intramolecular do isotiocianato de 3-buten-2-ol e é inibidora da enzima tireóide peroxidase. A goitrina inibe a oxidação do iodeto a iodo interferindo na biossíntese das tiroxinas T3 e T4. Os ânions tiocianato agem como inibidores competitivos de iodeto, impedindo a absorção pela tireóide.

O hormônio T3 exerce uma função essencial no metabolismo de carboidratos e das proteínas em todas as células. Alterações no T3 podem afetar o corpo profundamente nos sistemas cardiovascular, nervoso, imune e reprodutor. Além destes efeitos na tireóide, a goitrina pode induzir a formação de constituintes nitrosos quando é fornecido aos animais água com concentrações elevadas de nitrato (Nunes, 2003).

Devido a variação do teor de glicosinato no farelo de crambe a Food and Drug Administration nos EUA definiu o quantidade máxima de farelo de crambe, que pode ser fornecida como um alimento protéico para bovinos confinados em 4,2% MS da dieta (Lambert et al., 1970).

Em trabalhos realizados por Hartwig et al. (2005) o teor de glicosinato na MS foi de 50 mmol.kg⁻¹ na torta de crambe e 70 mmol.kg⁻¹ no farelo de crambe. Sendo as características nutricionais deste coproduto passíveis de utilização como alimento para os ruminantes. Os efeitos sobre consumo, desempenho, conversão alimentar e eficiência alimentar podem variar, desde negativos a positivos, dependendo dos níveis de inclusão adotado.

Tripathi e Mishra (2007), afirmaram que diferentes espécies de animais apresentam capacidades de tolerância distintas. Os ruminantes são comparativamente mais tolerantes à ingestão de glicosinatos presentes no farelo de crambe em relação aos não ruminantes e os adultos são mais tolerantes em comparação com os animais mais jovens. A redução em glicosinatos e seus metabólitos durante a fermentação em ruminantes pode ser devido à utilização da glicose e de porções de enxofre destes compostos pela população microbiana.

Os efeitos deletérios dos glicosinatos em diferentes espécies estão relacionados com sua concentração na dieta. Os danos causados pelo glicosinato podem ser verificados através das análises das funções hepáticas determinando o nível das enzimas chamadas de transaminases, que processam os aminoácidos no fígado (Canova, 2012).

A aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima cuja produção se encontra mais concentrada, embora não exclusivamente, nas células do fígado. A alanina aminotransferase (ALT) é normalmente encontrada em uma diversidade de tecidos, como o coração, músculos, rins, cérebro e

no fígado. Essas enzimas catalisam a conversão da porção nitrogenada de aminoácido para resíduo de aminoácido, que é essencial para a produção de energia no ciclo de Krebs, assim, elevadas concentrações desta enzimas no sangue podem indicar lesões hepáticas pois no fígado que ocorre a metabolização de compostos tóxicos ao organismo. Índices elevados de AST ou ALT podem ou não indicar algum problema nos animais (Vogtmann e Clandinin, 1974). Radostits et al. (2002) relatam que os níveis normais de AST e ALT em ovinos variam de 22 a 28 UI.L⁻¹ e de 60 a 280 UI.L⁻¹, respectivamente.

3.1.2 Ácido erúcico

Também conhecido como *cis*-13-docosenóico, o ácido erúcico é um ácido graxo monoinsaturado de cadeia longa (C22:1) da família ômega-9. As sementes de crambe possuem entre 26 a 38% de óleo (Fundação MS, 2011), sendo que 50 a 60% deste constitui-se de ácido erúcico, (Brito, 2009), o que não é desejável para alimentação animal. Segundo a Council Directive of the European Communities (1976), o limite máximo permitido para o consumo humano é de 5% de ácido erúcico ressaltando que este apresenta efeito acumulativo no organismo sendo então necessária a avaliação deste componente em produtos originados de animais com inclusão deste metabólito na dieta.

Langa, (2013) avaliando a inclusão de 0%, 4%, 8% e 12% da MS da torta de crambe na alimentação de cordeiros não encontrou efeito ($P < 0,05$) da concentração do ácido erúcico na carne sendo as concentrações tiveram efeito linear crescente variando de 0,7 a 3,77% encontrando-se dentro do limite permitido.

Há poucos relatos na literatura sobre os efeitos deste ácido em ruminantes. No entanto, estudos com ratos demonstraram que o óleo de colza, também rico em ácido erúcico, causou aumento dos lipídios nos tecidos do fígado e lesões presentes no coração, além de reduzir o crescimento destes animais (Kramer et al., 1973). O que também pôde ser constatado por Vogtmann e Clandinin (1974) a partir de estudos realizados com frangos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L., SILVA FILHO, J. C., GODOI, A. R., et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, supl. especial, p. 260-268, 2008.

ÁVILA.M.T e GAZZONI. D. L. <Biocombustíveis> Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzvgyfjcy02wx5ok0q43a0rv2bu8l0.html>. Acesso em 09 de setembro de 2015.

BIODIESELBR < Produção de biodiesel cresceu 28% no primeiro semestre de 2015> Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/producao/producao-biodiesel-cresceu-28-primeiro-semester-2015-030815.htm>. Acesso em 09 de setembro de 2015.

BRITO, D. M. C. Aspectos do metabolismo de plantas de crambe (*Crambe abyssinica*) submetidas a diferentes doses de nitrogênio visando a produção de óleo para biodiesel. 2009. 64f. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Química.

BRITANNICA. Escola Online. *Enciclopédia Escolar Britannica*, 2015.. Disponível em: <http://escola.britannica.com.br/article/481311/combustivel-fossil>>. Acesso em: 09 de setembro de 2015.

CANOVA, E.B. Torta de crambe (*crambe abyssinica* Hochst) na alimentação de cordeiros. 2012. 77p. **Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável)** – Instituto De Zootecnia, Nova Odessa, 2012.

CARDOSO. R.B; BINOTTI. F. F; CARDOSO. E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, jul./set. 2012.

CARNEIRO, H. Utilização de coprodutos de biodiesel para alimentação de ruminantes. **Panorama do Leite Online**, v.4, n. 41, abril 2010.

CARRERA, R.A. et al. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG v.41, n.5, p.102-121, set/out. 2012.

CHIARANDA, M.; JÚNIOR ANDRADE. M. A.; OLIVEIRA, G. T. A. **Produção de biodiesel no Brasil e aspectos do PNPB. Grupo de estudo e extensão em desenvolvimento econômico e social. Escola Superior de Agricultura**, "Luiz de Queiroz". ESALQ/USP. Piracicaba. 2005. (Relatório de Pesquisa GEEDES/ Departamento de Economia, Administração e Sociologia).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA. Composição da alimentação de confinamentos em Goiás, Mato Grosso e São Paulo. **Ativos da Pecuária de Corte**, ano 2, ed. 17. Brasília, DF, junho de 2010.

COUNCIL DIRECTIVE OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Relating to the fixing of the maximum level of erucic acid in oils and fats intended as such for human consumption and in foodstuffs containing added oils or fats. **Official Journal L**. p.35-37. 1976.

FAO < A agricultura e o desafio de até 2050 acabar com a fome mundial> Disponível em: https://www.fao.org.br/vernicias.asp?id_noticia=878. Acesso: 09 de setembro de 2015.

FIGUEIREDO, D.F; MURAKAMI. A.E; PEREIRA M.A. et. al Desempenho e Morfometria da Mucosa de Duodeno de Frangos de Corte Alimentados com Farelo de Canola, Durante o Período Inicial. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1321-1329, 2003

FUNDAÇÃO MS. **Crambe (*Crambe abyssinica*) – cultivar FMS Brilhante: uma boa alternativa para produção de biodiesel**. Boletim Informativo. 2011

FUNDAÇÃO DO MATO GROSSO DO SUL. Culturas para biodiesel, Crambe. Maracajú, 2010. Disponível em: < www.fundacaoms.com.br > Acesso em: 30 set. 2014

GOES, R.H.T.B. ; SOUZA K. A.; PATUSSI, R. A. Degradabilidade *in situ* dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

HARTWIG, B.; KAMPF, D.; LEBZIEN, P. Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these byproducts. **Archives of Animal Nutrition**, 59(2), p.111-122, 2005.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Conselho de altos estudos e avaliação tecnológica. Centro de Documentação e Informação Brasília. 2004.

HOLST, B., WILLIAMSON, G. A critical review of the bioavailability of glucosinolates and related compounds, **Natural Product Reports**, v. 21, p. 425-447, 2004.

HESKETH, H. R., C. R. Creger and J. R. Couch.. *Crambe abyssinica* meal as a protein source for broilers. **Poul Sci**. 42:1276. 1963.

KRAMER, J.K.G. MAHADEVAN, S. HUNT, J. R. et al. Growth rate, lipid composition, metabolism and myocardial lesions of rats fed rapeseed oils (Brassica campestris var. Arlo, Echo and Spam, and B napus var.Oro). **The Journal of Nutrition**, 1973.

KNIGHTS, E.G Crambe: A north Dakota case study Rural industries Research a development corporation, **RIRDC Publication** No. W02/005, Kingston, 25p. 2002.

LAMBERT, J. L.; CLANTON, D. C.; WOLFF, I. A. et al. Crambe meal protein and hulls beef cattle rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, p.601-607, 1970.

LANGA, R. B. Perfil de ácidos graxos e qualidade de carne de cordeiros alimentados com torta de crambe. 2013. 51p. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MENDONÇA, G. OSÓRIO, J. C. OLIVEIRA, N. M. et al. Morfologia *in vivo*, na carcaça e características produtivas e comerciais em borregos Corriedale e Ideal. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.351-355, 2001.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências grárias**, v.32, n.4, 2011.

NUNES, M. T. Hormônios tiroideanos: mecanismo de ação e importância biológica. **Arquivos Brasileiros Endocrinologia e Metabologia** São Paulo Dec, vol.47 n.6 . 2003.

OLIVEIRA, P. B.; MENDONÇA, S.; CABRAL FILHO, S. L. S; LOUVANDINI, H. Ruminal degradability of physic nut bran (*Jatropha curcas*) using gas production technique. In: XXVI world Buiatrics **Congress**. Santiago, Chile, 2010.

OSÓRIO, J. C. S; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P.O. C; Métodos para avaliação de carne ovina: “in vivo” na carcaça e na carne. **Pelotas**: Universidade Federal de pelotas, p. 107, 1998.

PAULINO. F.F Avaliação dos componentes voláteis e atividade antioxidante de *Eruca sativa* Mill., *Brassica rapa* L. e *Raphanus sativus* L. após processamento. Rio de Janeiro 2008. 219p. **Dissertação (Mestrado em ciências farmacêuticas)**- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

PERRY, T. W. KWOLEY, W. F, TOOKEY, H. L et al. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 48, n. 4, p. 758-763, 1979.

PITOL, C. Crambe; *Crambe abyssinica* Hochst “Uma opção rentável para sua safrinha”. **Fundação Mato Grosso do Sul CAR**, 04p. 2008.

SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo- forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, out. 2009.

SOUZA, V.S; OLIVEIRA, P.B; LOUVANDINI,H; Potencial nutricional do *Crambe abyssinica* para ruminantes e seus co-produtos oriundos da obtenção do biodiesel. **47º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Salvador, Bahia. 2010.

TRIPATHI, M.e MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 132, n1/2, p.1-270. Jan. 2007.

RADOSTIS, O.M; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. Exame clínico e diagnóstico em veterinária, RJ: **Guanabara Koogan**,. 591p. 2002

VAN ETEN, C. H., GAGNE, W. E. ROBBINS, et al.. **Biological evaluation of crambe seed meals and derived products by rat feeding**. Cereal Chem, v.46, p.145, 1969.

VOGTMANN, H.; CLANDININ, D.R. Vitamin E and high or low erucic acid rapeseed oils in broiler diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.54, p.669-677, 1974.

DESEMPENHO, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE FARELO DE CRAMBE

RESUMO

Objetivou-se avaliar níveis crescentes de substituição (0, 25, 50, 75%MS) da proteína bruta do concentrado pela proteína bruta do farelo de crambe. O experimento teve duração de 91 dias sendo utilizados 24 cordeiros machos SRD, não castrados, com idade média inicial de 4 meses e peso vivo médio inicial de $17,50 \pm 3,90$ kg alojados em baias individuais distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos. Durante todo período experimental, os animais receberam dietas contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado (%MS). Os animais foram alimentados *ad libitum*, duas vezes ao dia, sempre às 07h00 e 15h00, permitindo sobras de, aproximadamente 20%. Os animais foram pesados quinzenalmente, após jejum de sólidos de 12hs, a fim de monitorar o ganho de peso. Foi realizado ensaio de digestibilidade dos animais, caracterizando-se pela coleta total e individual de fezes com o auxílio de bolsas coletoras, durante cinco dias além do controle dos alimentos fornecidos e das sobras. Todos os ingredientes da dieta, sobras e fezes foram submetidos às análises para quantificação de componentes nutricionais. Foi realizada coleta spot de urina através de micção espontânea para a determinação dos derivados de purina, eficiência de síntese microbiana nitrogênio ureico urinário e coleta de sangue para determinação de nitrogênio uréico sérico. Para a determinação do balanço de nitrogênio foram utilizadas as amostras de urinas concentradas. Em relação aos fatores antinutricionais coletou-se amostras de sangue no 1º dia de adaptação das condições ambientais e nos dias 0º, 14º, 28º, 42º e 70º do experimento sempre com restrição alimentar de 12h para mensuração das enzimas hepáticas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST). Os resultados foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão ao nível de significância de 5% para erro tipo I tendo o peso inicial como covariável, utilizando-se o programa SAS. Não houve efeito para ganho médio diário, eficiência alimentar e conversão alimentar. Houve efeito linear decrescente para o consumo em kg.dia^{-1} de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína. Não houve efeito da inclusão do farelo de crambe na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes. Verificou-se efeito linear crescente nos parâmetros de avaliação de eficiência de síntese microbiana, fluxo de compostos nitrogenados microbianos, fluxo intestinal relativo de nitrogênio microbiano. Contudo não houve efeito em relação às enzimas hepáticas (AST e ALT). Pode-se concluir que o farelo de crambe oriundo da produção de biodiesel pode ser utilizado como alimento alternativo protéico podendo substituir em até 75% da proteína bruta do concentrado sem comprometer o desempenho animal.

Palavras-chave: alanina aminotransferase, alimento alternativo, aspartato aminotransferase, consumo, digestibilidade, ovinocultura, proteína bruta, síntese de proteína microbiana.

PERFORMANCE, INTAKE AND DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN LAMBS FED WITH INCREASING LEVELS OF CRAMBE MEAL

ABSTRACT

This study aimed to evaluate increasing levels of replacement (0, 25, 50, 75% DM) of crude protein concentrate for crude protein of crambe meal. The experimental period lasted 91 days used 24 lambs, males, not castrated, with initial age of 4 months and body weight mean of 17.50 ± 3.90 kg, housed in individual distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments. Throughout the trial period, animals were fed with diet containing 50% roughage, and 50% feed concentrate (% DM). Animals were fed ad libitum twice daily, always at 07:00am and 03:00pm, enabling 20% surplus. Animals were weighed biweekly 12 hours of solids fasting, to monitor weight gain. It was conducted animal digestibility trial, characterized by total and individual fecal collection with the aid of collection bags, beyond the control of food provided, and leftovers. All dietary ingredients, leftovers and feces were submitted to analysis to quantify the nutritional components and from these analyzes we calculated the total digestible nutrients. Spot urine collection through spontaneous urination for the determination of purine derivatives, microbial efficiency and urea and blood collection for determination of serum urea nitrogen. For the determination of nitrogen balance the concentrated urine were used. Regarding antinutritional factors blood samples were collected on first day of environmental conditions adaptation, and on 14th, 28th, 42th and 70th days of experiment period, always after 12h of food restriction for measuring liver alanine aminotransferase (ALT) enzymes and aspartame aminotransferase (AST) . Data were submitted to analysis of variance, and regression at the 5% significance level for type I error, with the initial weight as a covariate, using the SAS program. There was no effect for daily gain mean, feed efficiency, and feed conversion. There was a decreasing linear effect for consumption in kg.day^{-1} of dry matter, organic matter, crude protein and non-fibrous carbohydrates corrected for ash and protein intake. There was no effect of the inclusion of crambe meal in digestibility. There was an increasing linear effect in the valuation parameters of microbial efficiency, flow of microbial nitrogen compounds on intestinal microbial nitrogen flow. However there was no effect compared to liver enzymes (AST and ALT). It can be concluded that the crambe meal originating from biodiesel production can be used as an alternative food protein, and can replace up to 75% of the crude protein concentrate without compromising animal performance.

Keywords: alanine aminotransferase, alternative food, aspartate aminotransferase, intake, digestibility, sheep production, crude protein, microbial protein synthesis.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o ambiente, juntamente com a busca por fontes de energia renováveis, faz com que novos recursos sejam utilizados visando à redução de compostos poluentes. O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultura pouco conhecida no Brasil, desponta como alternativa para a produção de biodiesel (Roscoe et al., 2007). Além disso, os seus coprodutos (farelo e torta) são considerados alimentos alternativos que apresentam qualidades para substituir ingredientes protéicos convencionais.

Assim, o farelo de crambe pode ser uma alternativa na redução dos custos agregando valor na relação custo x produção. Mas a insuficiência de informações sobre a composição e qualidade nutricional tem ocasionado subaproveitamento desse coproduto (Cabral et al., 2011) e de outros, uma vez que grande parte dos coprodutos gerados na extração do óleo não passam por processo de agregação de valor porque são desconhecidas as suas potencialidades nutricionais e econômicas.

Fatores antinutricionais podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes. Diversas matérias-primas de grande importância na formulação de rações possuem em sua composição fatores antinutricionais, como ocorre com o glicosinolato presente no crambe. A maior questão sobre os riscos à saúde provocados por estes fatores antinutricionais é o desconhecimento dos níveis de tolerância, do grau de variação do risco individual e da influência de fatores ambientais sobre a capacidade de detoxificação no organismo animal (Santos et al., 2010).

Pouco se sabe sobre a concentração ideal de inclusão do farelo de crambe na alimentação de ruminantes, baseado nisto objetivou-se avaliar o efeito de inclusão crescente da proteína bruta do farelo de crambe na dieta de cordeiros confinados substituindo a proteína bruta do concentrado sobre o desempenho produtivo, consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, síntese de proteína microbiana, balanço de nitrogênio e função hepática associados a efeitos antinutricionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2014 no Laboratório de Ruminantes da Fazenda Experimental do Moura (FEM) pertencente a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), localizada no município de Curvelo - MG, nas coordenadas de 18°45'21" Sul e 44°25'51" Oeste, e 632m de altitude. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Ruminantes (FEM) e no Laboratório de Nutrição Animal da UFVJM Campus JK localizado em Diamantina- MG.

Foram utilizados vinte e quatro ovinos SRD machos, com idade inicial por volta de quatro meses e peso vivo médio inicial de 17,50±3,90 kg. Os cordeiros foram mantidos em baias individuais de 1,5m x 1,0m, equipadas com cocho e bebedouro individuais. A higienização das gaiolas foi feita diariamente. Os animais foram vermifugados contra endoparasitas, via oral à base albendazol e injetável composto por ivermectina no início do experimento e estrategicamente quando houvesse sintoma de contaminação por parasitos.

O período experimental foi de 91 dias sendo sete dias de adaptação às condições experimentais e 84 dias para coleta de dados devido aos fatores anti nutricionais crônicos ou agudo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos.

Durante este período os animais receberam dietas contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado, com base na matéria seca.

As dietas foram balanceadas para ganho de peso médio diário de 200g segundo dados extrapolados para a categoria de animais de 20 kg preconizados pelo NRC (2007), contendo aproximadamente 19% de proteína bruta (PB). Estas foram fornecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, sempre às 07h00 e 15h00 horas.

As dietas foram constituídas com níveis crescentes de inclusão da proteína bruta do farelo de crambe em substituição à PB do concentrado (Tabela 1) sendo:

Dieta 0FC = 0% de substituição da PB do concentrado pela PB do farelo de crambe (controle);

Dieta 25FC = 25% de substituição da PB do concentrado pela PB do farelo de crambe;

Dieta 50FC = 50% de substituição da PB do concentrado pela PB do farelo de crambe; e

Dieta 75FC = 75% de substituição da PB do concentrado pela PB do farelo de crambe.

Tabela 1 – Composição percentual das dietas oferecidas para cordeiros em confinamento

Item (%MS)	Dieta			
	0FC	25FC	50FC	75FC
Milho moído	6,12	8,00	14,75	9,51
Farelo de soja	5,00	6,50	10,00	7,00
Farelo de algodão (38%PB)	26,50	17,50	---	---
Farelo de trigo	10,50	5,00	---	---
Farelo de crambe	---	11,15	22,62	32,50
Mistura mineral	1,88	1,88	1,88	1,00
Ureia/SA	---	---	0,75	---
Silagem de milho	50,00	50,00	50,00	50,00

A mistura entre o volumoso e o concentrado foi realizada no momento do fornecimento da dieta. Os animais tiveram acesso irrestrito à mistura mineral fornecida, em cocho separado e de água limpa e fresca.

Durante todo o experimento a silagem e o concentrado oferecidos e as sobras foram pesadas diariamente, com intuito de mensurar o consumo individual dos animais em quilograma por dia (kg.dia^{-1}), gramas por quilograma de peso vivo (g.kg^{-1} de PV) e gramas por quilograma de peso metabólico (g.kg^{-1} de $\text{PV}^{0,75}$) e a partir dos valores registrados era ajustada a quantidade de alimento fornecida para permitir 20% de sobras no comedouro.

Tabela 2 - Composição bromatológica das dietas, da silagem de milho e do farelo de crumbe

Itens ¹	Dieta				Silagem de milho	Farelo de crumbe
	0FC	25FC	50FC	75FC		
MS	91,00	90,83	90,22	90,86	26,30	91,25
MO	91,12	91,25	90,41	91,31	95,56	91,53
PB	19,89	19,8	19,87	19,64	6,76	31,78
Arginina ^{1,3}	2,63	2,64	2,23	2,56		6,06
Histidina ^{1,3}	0,66	0,80	0,89	1,04		2,51
Isoleucina ^{1,3}	0,79	1,10	1,40	1,62		3,82
Lisina ^{1,3}	1,03	1,43	1,81	2,10		5,01
Metionina ^{1,3}	0,35	0,46	0,54	0,66		1,69
Fenilalanina ^{1,3}	1,33	1,49	1,50	1,70		3,93
Treonina ^{1,3}	0,78	1,10	1,39	1,65		4,08
Valina ^{1,3}	1,01	1,33	1,59	1,88		4,59
EE	2,19	1,84	1,77	1,36	2,85	0,47
FDNcp	25,79	28,6	28,97	29,08	55,35	37,25
FDNpd	13,00	15,3	17,29	13,77	39,81	8,59
CNFcp	43,25	41,01	39,8	41,23	30,36	22,03
FDAcp	12,62	13,92	13,71	15,30	26,14	25,19
FDNi	12,79	13,30	11,68	15,31	15,54	28,66
FDAi	8,11	10,86	8,97	11,76	9,63	19,90
NIDN ²	17,95	17,98	18,30	19,10	33,67	14,17
NIDA ²	4,45	4,77	4,93	4,77	10,60	5,94
CHOT	72,45	72,53	72,15	72,55	80,77	59,28
Lignina	1,71	1,97	1,96	1,88	4,47	7,73
NDT calc.	66,56	66,05	65,97	64,80	64,39	41,43

¹% da matéria seca; MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDNpd - FDN potencialmente digestível; CNFcp – carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína; FDA cp – fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; FDNi – FDN indigestível; FDAi – FDA indigestível; CHOT – carboidratos totais; NDT calc. – nutrientes digestíveis totais calculado; ²NIDN- nitrogênio insolúvel em detergente neutro em % do nitrogênio total; NIDA – Nitrogênio insolúvel em detergente ácido em % do nitrogênio total. ³% da PB adaptado Anderson et al. 1993

Os animais foram pesados nos 1°, 14°, 28°, 42°, 56°, 70°, 84° dias do período experimental, para monitoramento da variação de peso dos animais. A obtenção do ganho de peso diário se deu pela diferença entre o peso vivo inicial e o peso vivo final, dividido pelo número de dias de avaliação. A conversão alimentar (CA) de cada animal foi obtida através da relação entre a quantidade de MS ingerida diariamente e o ganho de peso médio diário. A eficiência alimentar (EA) foi obtida através da relação do ganho de peso médio diário e a quantidade de MS ingerida por dia.

Foram realizadas amostras compostas das amostras de volumoso, concentrado e sobras de cada animal, feito através de coletas diárias de cada material sendo estas, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a -20°C e para posteriores análises laboratoriais.

Para a estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes realizou-se ensaio de digestibilidade durante o 41° ao 46° dia do período experimental. No 1° dia do ensaio de digestibilidade foram realizadas as coletas “spot” de urina, através de micção espontânea dos animais

que ocorreram às 0h, 3h, 6h e 9h após o trato da manhã. Parte destas amostras foram diluídas e 10mL de urina foram adicionadas em 40mL de H₂SO₄ 0,036 N e congeladas (-20°C) para posterior determinação dos teores de creatinina, ureia e derivados de purina (Valadares et al., 1999). Da mesma forma as amostras de urina não diluídas foram congeladas (-20°C) para posterior análise de nitrogênio total.

As análises de derivados de purinas (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina) foram feitas nas amostras “spot” de urina diluída descongeladas, conforme métodos descritos por Chen e Gomes (1992). A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina presentes na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/ dia) foram estimadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/ dia), por intermédio da equação proposta por Chen e Gomes (1992), para ovinos $Y = 0,84X + (0,150 PV^{0,75} e^{-0,25X})$; onde: 0,84 é a eficiência de absorção de purinas exógenas, 0,150 PV^{0,75} refere-se à excreção endógena de derivados de purinas e e^{-0,25X} é a taxa de substituição da síntese de novo por purinas endógenas.

A síntese ruminal de proteína microbiana (g NMic.dia⁻¹) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol.dia⁻¹), utilizando-se a equação descrita por Chen e Gomes (1992): NMic = 70X / (0,83 x 0,116 x 1000); onde 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N.mmol⁻¹), 0,83 é a digestibilidade das purinas microbianas; e 0,116 é a relação N purina : N total nas bactérias. A eficiência microbiana foi expressa através da unidade: g PB microbiana.100g de NDT consumido⁻¹.

Para a análise de nitrogênio nas amostras de urina concentrada após o descongelamento, as amostras foram homogeneizadas por agitação sendo a análise realizada através do método de Kjeldhal. O balanço de N (BN) ou N retido em g.dia⁻¹ foi obtido subtraindo-se o total de N excretado nas fezes e na urina do total de N ingerido, representando o total de N que efetivamente ficou retido no organismo animal, conforme a equação: BN = N Ingerido - (N Fezes + N Urina). Os valores obtidos a partir da diferença entre N total ingerido e N contido nas fezes se referem ao N absorvido, conforme a equação: N Absorvido = N Ingerido - N Fezes.

No 1º dia do ensaio de digestibilidade também foram realizadas coletas de sangue por meio de punção da veia jugular, nos tempos de 0h, 3h, 6h e 9h após o fornecimento do trato às 7h, utilizando-se tubos e gel acelerador da coagulação, sendo imediatamente centrifugadas a 4250rpm por 15minutos e o soro congelado (-20°C) para posterior quantificação de ureia.

Foram realizadas no 42º ao 46º dia coletas individuais e total das fezes por período de 24 horas durante cinco dias consecutivos, com o auxílio de bolsas coletoras. As fezes produzidas eram pesadas sempre às 8h00 retirando-se aproximadamente 10% do peso total produzidas em 24hs que foram acondicionadas em freezer a -20°C sendo posteriormente realizada amostras compostas dos cinco dias de coleta por animal e processadas da mesma forma que as amostras de sobras e alimento fornecidos.

Todas as amostras de alimentos (silagem, ingredientes e concentrado) bem como as sobras foram submetidas às análises para quantificação dos teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de acordo com AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos de acordo com Mertens (2002) sem o uso de sulfito de sódio e

utilizando-se amilase termoestável (Termamyl 120L, Novozymes). Utilizou-se o sistema Ankom® para as avaliações de FDN, com modificação do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm, porosidade de 100 µm), que foi confeccionado utilizando-se tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²). Os teores de fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), detergente insolúvel em detergente neutro (NIDN) e a lignina (ácido sulfúrico 72%) foram obtidos pelo método sequencial de Robertson e Van Soest (1981) e por protocolo apresentado por Licitra et al. (1996).

Para quantificação dos teores de FDN indigestível (FDNi) e FDA indigestível (FDAi), amostras processadas de alimentos separados e sobras foram incubadas em duplicata (20 mg MS/cm²) no rúmen de um bovino dotado de cânula ruminal por 264 horas, estas foram retiradas e lavadas até a completa retirada de resíduo de digestão ruminal. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro e detergente ácido, respectivamente. A FDN potencialmente digestível (FDNpd) foi determinada segundo Detmann et al. (2001): $FDNpd = FDN - FDNi$.

As amostras de fezes dos cordeiros também foram submetidas a análises para quantificação dos teores de MS, MO, PB, EE e MM (AOAC, 1990) e FDN (Mertens, 2002).

Os carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram estimados nas amostras de alimentos, sobras e fezes de acordo com Hall e Akinyode (2000), utilizando a fórmula:

$$CNFcp = 100 - [(\% \text{ PB total} - \% \text{ PB ureia} + \% \text{ ureia}) + (\% \text{ FDNcp}) + \% \text{ EE} + \% \text{ MM}].$$

Para o cálculo do NDT observado das dietas utilizou-se a equação do NRC (2001), $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDNcpD + CNFD$.

No qual os valores de digestibilidade aparente total dos nutrientes (DN) foram obtidos a partir da equação (Andrigheto, 1986):

$$DN (\%) = \frac{(MS \text{ ingerida} \times \% \text{ Nutriente}) - (MS \text{ excretada} \times \% \text{ Nutriente})}{(MS \text{ ingerida} \times \% \text{ Nutriente})} \times 100.$$

$$(MS \text{ ingerida} \times \% \text{ Nutriente})$$

Para a determinação dos possíveis efeitos hepáticos nos animais devido ao glicosinolato presente no farelo de crambe realizaram-se coletas de amostras de sangue no 1º dia do período de adaptação dos animais, e nos 14º, 28º, 42º e 70º dias no decorrer do experimento sempre às 7h os animais eram mantido em jejum alimentar de sólido de 12h para a realização da coleta. As amostras foram centrifugadas a 4250rpm por 15 minutos e as amostras de soro sanguíneo acondicionadas em ependorfs e congeladas a -20°C para análise posterior através de kits comerciais da Labtest ALT/GPT liquiform e AST/GOT liquiform para mensuração dos níveis de aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão linear e quadrática adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P \geq 0,05$) da inclusão do farelo de crambe para a variável peso vivo inicial, o que demonstra a homogeneidade dos animais nos tratamentos e também para peso vivo final e ganho médio diário (GMD). A média de GMD em relação às dietas (250 g.animal.dia) apresentou-se acima do preconizado pelo NRC (2007) (200g.animal.dia) considerando o animal e a dieta. Uma vez

que a eficiência alimentar e a conversão alimentar estão diretamente relacionados com o CMS (g. kg^{-1} de PV) e GMD não foi observado efeito ($P \geq 0,05$) sobre estas eficiências entre as dietas (Tabela 3). Em estudo realizado por Anderson et al. (1993) foi constatado que a proteína do farelo de crambe pode ser igualmente substituída pelo total de proteína do farelo de soja sem afetar o crescimento, a eficiência alimentar e características da carcaça de novilhos mestiços.

Tabela 3 – Peso vivo inicial (PVI) (Kg), peso vivo final (PVF) (Kg), ganho médio diário (GMD) (Kg.anima.dia^{-1}), eficiência alimentar (EA) e conversão alimentar (CA) em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crambe em dietas de cordeiros

Item	Dieta				P-valor	CV(%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
PVI	18,58±5,04	18,25±4,10	16,00±2,81	17,25±3,68	0,3399	19,12
PVF	41,31±3,43	44,9±3,53	35,33±3,11	37,58±7,36	0,0544	13,41
GMD	0,258±0,20	0,292±0,31	0,222±0,11	0,231±0,30	0,0896	17,95
EA	0,221±0,04	0,236±0,03	0,223±0,03	0,229±0,01	0,6477	17,18
CA	4,69±0,11	4,31±0,14	4,63±0,13	4,38±0,09	0,7975	14,82

*5% probabilidade

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) da inclusão do farelo de crambe nas dietas dos animais em relação ao consumo de matéria seca ($\text{CMS} = 1,2167 - 0,002942\text{FC}$; $R^2 = 18,63\%$), consumo de matéria orgânica ($\text{CMO} = 1,1318 - 0,002677\text{FC}$; $R^2 = 17,78\%$), consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas ($\text{CCNFcp} = 0,4201 - 0,001226\text{FC}$; $R^2 = 24,88\%$) em kg.dia^{-1} e consumo de proteína bruta ($\text{CPB} = 0,2346 - 0,00072\text{FC}$; $R^2 = 29,41\%$), em kg.dia^{-1} e em g.kg^{-1} de $\text{PV}^{0,75}$ ($\text{CPB} = 16,98441 - 0,025727\text{FC}$; $R^2 = 19,35\%$) (Tabela 4).

Devido o farelo de crambe apresentar o glicosinolato como fator antinutricional este pode ter contribuído para a diminuição no CMS e consequentemente no consumo dos demais nutrientes, devido à baixa aceitabilidade desse alimento pelos animais (Canova, 2012). Essa redução pode ocorrer devido à presença dos isotiocianatos, produto da degradação do glicosinolato, sendo este responsável pelo sabor amargo presente no farelo de crambe (Mithen et al., 2000).

Lambert et al. (1970), ao avaliar a inclusão do farelo de crambe como fonte protéica, em substituição ao farelo de soja nos níveis de 0, 33, 67 e 100% (MS) para novilhos de corte, observaram redução de 34% ao utilizar 100% do farelo de crambe na dieta. Estes autores inferiram que a baixa aceitabilidade pelos animais em relação ao farelo de crambe ocorreu devido à presença do glicosinolato fazendo com que houvesse a redução no CMS. Fato este que também pôde ser observado no presente estudo (Tabela 4) e como o farelo de crambe é alimento protéico a sua baixa aceitabilidade pelos animais contribuiu também para a diminuição no CPB e consequentemente no CMO e CCNFcp.

O consumo de MS da dieta em relação ao peso vivo (g.kg^{-1} de PV) variou de 36,16 a 37,80; valor acima do preconizado pelo NRC (2007), que é de 29,70 g.kg^{-1} de PV para mesma categoria de ovinos do presente estudo.

Tabela 4- Média e coeficiente de variação (CV) para o consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca digestível (CMSdig), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), FDN potencialmente digestível (CFDNpd), extrato etéreo (CEE), carboidrato não fibroso corrigido para cinza proteína (CCNFcp), e carboidratos totais (CCHOT) em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo em dietas de cordeiros

Item	Dieta				P-valor	CV (%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
	Kg.dia ⁻¹					
CMS	1,18	1,25	0,98	1,02	0,0397*	16,55
CMSdig.	0,74	0,82	0,65	0,68	0,0756	16,63
CMO	1,10	1,17	0,92	0,96	0,0451*	16,62
CPB	0,23	0,24	0,18	0,18	0,0075**	16,16
CFDNcp	0,44	0,47	0,37	0,39	0,0955	16,95
CFDNpd	0,29	0,31	0,25	0,24	0,0975	17,01
CEE	0,032	0,034	0,027	0,027	0,0607	20,27
CCNFcp	0,41	0,42	0,33	0,34	0,0154*	16,97
CCHOT	0,84	0,90	0,70	0,75	0,0702	16,79
	g.Kg ⁻¹ de PV					
CMS	36,16	37,80	36,21	36,32	0,8728	8,57
CMO	33,70	35,23	33,59	33,97	0,9723	8,57
CPB	6,92	7,21	6,78	6,50	0,1698	9,16
CFDNcp	13,36	14,02	13,37	13,93	0,6056	8,55
CFDNpd	8,95	9,31	8,96	8,68	0,4664	9,06
CEE	0,96	0,98	0,93	0,89	0,1574	9,91
CCNFcp	12,60	12,75	12,10	12,03	0,2864	9,37
CCHOT	25,82	27,04	25,87	26,58	0,7665	8,54
	g.Kg ⁻¹ de PV ^{0,75}					
CMS	86,37	90,66	82,75	83,35	0,2784	9,32
CMO	80,49	84,50	76,77	77,96	0,3486	9,37
CPB	16,52	17,30	15,52	14,91	0,0357*	9,76
CFDNcp	31,92	33,62	30,56	31,96	0,6321	9,42
CFDNpd	21,39	22,34	20,49	19,94	0,1301	9,91
CEE	2,29	2,35	2,13	2,05	0,0438	10,67
CCNFcp	30,08	30,58	27,66	27,62	0,0716	10,04
CCHOT	61,68	64,85	59,13	61,00	0,4993	9,37

*5% probabilidade. **1% probabilidade.

De forma contrária, Mendonça (2012), ao avaliar a inclusão do farelo de crambe na alimentação de bovinos de corte, não observou efeito no consumo de MS, PB e CNFcp entre os diferentes níveis de inclusão do farelo de crambe.

No presente estudo os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes (Tabela 5) também não apresentaram diferença ($P \geq 0,05$) entre as dietas o que significa que o farelo de crambe não alterou as quantidades de nutrientes que foram absorvidos pelos cordeiros.

Trabalho desenvolvido por Neto et al. (2010) com inclusão de 6,39, 12,65 e 19,75% de teor de farelo de crambe na MS, identificaram efeito linear crescente para o consumo de MS, porém este aumento não refletiu no ganho médio diário dos ovinos, justificado pelo fato de que as dietas contendo teores maiores de crambe poderiam apresentar menores digestibilidades e consequentemente menor aproveitamento de nutrientes.

Assim a digestibilidade e o consumo determinam grande parte do valor nutritivo do alimento, pois resulta na fração digerida que será absorvida e metabolizada pelo animal. A quantidade total de nutrientes absorvidos durante a alimentação depende também da digestibilidade, apesar do consumo ser responsável pela maior parte das diferenças entre os alimentos (Silva, 2006).

Segundo Detmann et al. (2006) o coeficiente de digestibilidade, ou simplesmente digestibilidade do alimento, é um dos principais constituintes relacionado aos parâmetros nutricionais determinantes para o processo produtivo de ruminantes, por este ser representado pelos efeitos das ações dos sistemas enzimáticos microbiano e animal durante a passagem pelo trato gastrointestinal sendo este fundamental para a disponibilidade energética de um alimento ou dieta.

Tabela 5- Médias e coeficientes de variação (CV) para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), extrato etéreo (DEE), carboidrato não fibroso corrigidos para cinzas e proteína (DCNFcp), carboidratos totais (DCHOT) e nutrientes digestíveis totais observado (NDTobs) em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crumbe em dietas de cordeiros

Item	Dieta				P-valor*	CV (%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
DMS	62,76	65,94	64,24	66,32	0,3140	7,55
DMO	64,99	68,73	66,57	68,21	0,3978	6,90
DPB	74,26	76,07	72,05	74,65	0,7363	5,51
DFDNcp	50,05	55,63	53,98	55,50	0,2025	11,67
DEE	44,64	53,68	45,32	44,89	0,5310	31,34
DCNFcp	77,61	79,43	78,68	79,43	0,8201	5,17
DCHOT	63,24	67,30	66,25	67,39	0,2055	7,41
NDTobs	62,40	65,09	61,78	63,46	0,6550	7,31

*5% probabilidade

Sniffen e Robinson (1987) afirmaram que a saída de microrganismos do rúmen depende de vários fatores, entre eles, o crescimento microbiano propriamente dito sendo este dependente de energia, minerais, vitaminas, nitrogênio dentre outros, a reciclagem microbiana no rúmen, as taxas de passagens de líquidos e sólidos, a digestibilidade dos alimentos, a extensão da associação microbiana à digesta ruminal e a ação dentro dos grupos de microrganismos e entre eles. Contudo, nitrogênio e energia são requeridos em maior quantidade e são determinantes para o crescimento microbiano.

Verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) das dietas sobre os fluxos de compostos nitrogenados microbianos ($\text{NMIC} = 2,7681 + 0,024244\text{FC}$; $R^2 = 20,06\%$) (Tabela 6) para o intestino delgado nos cordeiros mesmo não havendo mesmo efeito para o consumo de proteína bruta (Tabela 4). A concentração de compostos nitrogenados ruminal é consequência do equilíbrio entre sua produção, absorção e utilização pelos microrganismos.

Bactérias ruminais utilizam nitrogênio amoniacal (N-NH_3) ruminal como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, mas a fermentação ruminal da proteína freqüentemente produz mais N-NH_3 ruminal que os microrganismos podem utilizar (Preston, 1986). Para o NMIC relativo, que representa o NMIC em relação ao nitrogênio ingerido ($\text{NMICR} = 0,0721 + 0,001115\text{FC}$; $R^2 = 41,56\%$), verificou-se efeito linear crescente das diferentes dietas ($P < 0,01$), ou seja, os níveis crescentes de crumbe possibilitaram melhor fixação do N ingerido em PB microbiana já que o NDTobs não apresentou efeito ($P \geq 0,05$) variando de 61,78 a 65,09% entre as dietas. Apesar do consumo de CNFcp da dieta 75FC ter sido significativamente menor ($P < 0,05$) não comprometeu os valores de NMIC produzidos pelos animais recebendo esta dieta.

Houve efeito linear crescente ($P < 0,01$) da EFIM ($\text{gPBmic.100g NDT}^{-1}$) (Tabela 6) promovendo maior eficiência de assimilação de aminoácidos e nitrogênio amoniacal para a síntese de PBmic haja vista que houve mesmo percentual de digestibilidade aparente total da PB entre as dietas (Tabela 5),

e o consumo de PB kg MS.dia⁻¹ ter apresentado efeito linear decrescente (Tabela 4) assim ha variação dos componentes das dietas como de alguns aminoácidos essenciais(Tabela 1) pode ter contribuído para esta melhor assimilação microbiana haja vista que o NDTobs (Tabela 5) não apresentou efeito ($P \geq 0,05$).

Tabela 6- Médias e coeficiente de variação (CV) para fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC-g dia⁻¹), fluxo intestinal relativo de nitrogênio microbiano (NMICR-g g de nitrogênio ingerido⁻¹), eficiência de síntese microbiana (EFIM- gPBmic .100g NDT⁻¹), concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS-mg dl⁻¹), consumo de nitrogênio (CN- g dia⁻¹), relação NUS/CN, excreção urinária de nitrogênio uréico (EUNU-g dia⁻¹), balanço de nitrogênio aparente (BN-g dia⁻¹) relação BN/CN, em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo em dietas de cordeiros

Item	Dieta				P-valor	CV(%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
NMIC	2,93	3,12	3,91	4,70	0,0321*	39,75
NMICR	0,08	0,07	0,14	0,16	0,0009**	34,90
EFIM	25,11	23,10	40,76	44,23	0,0025**	36,01
NUS	27,77	24,28	25,31	21,39	0,0325*	11,97
CN	36,27	38,08	29,33	29,33	0,0075**	16,52
NUS/CN	0,71	0,65	0,87	0,75	0,1976	18,61
EUNU	4,78	3,98	5,02	4,99	0,4526	23,77
BN	21,09	22,19	15,03	16,75	0,0307*	25,56
BN/CN	0,58	0,58	0,51	0,57	0,5123	15,42

*5% probabilidade. **1% probabilidade

Mesmo comportamento foi observado para a eficiência da síntese de proteína microbiana (EFIM = $22,4991 + 0,295597FC$; $R^2 = 35,87\%$) com média mais elevada à medida que aumenta os níveis de farelo de crambe nas dietas variando de 25,11 a 44,23g PB mic/100g de NDT ingerido (Tabela 6).

Apesar de o consumo de CNFcp em kg.dia⁻¹ verificado na dieta 75FC (Tabela 4) ter sido diminuído com a inclusão do crambe ($P < 0,05$) não afetou na disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais assimilarem compostos nitrogenados para síntese de proteína microbiana.

O metabolismo microbiano pode ser explorado para assegurar que os nutrientes dos alimentos sejam utilizados eficientemente pelo animal e, ou que as substâncias tóxicas sejam eliminadas e seus efeitos sobre o animal reduzidos. Para tanto, existe a necessidade de um diagnóstico para monitorar a adequação da nutrição protéica para otimizar a eficiência da utilização de nitrogênio (Pina et al., 2006).

Na prática, o ajuste da ingestão de proteína e energia é complexo. Perdas durante o armazenamento e seleção da dieta pelo animal podem explicar porque os alimentos analisados não são completamente representativos dos alimentos realmente consumidos. Portanto, outros parâmetros facilmente mensuráveis podem ser de grande valor prático, como indicadores adicionais para a manipulação do suprimento de proteínas (Pina et al., 2006).

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o nitrogênio uréico no soro sanguíneo (NUS = $26,0413 - 0,048844FC$; $R^2 = 19,99\%$) sendo que este parâmetro em ruminantes pode ser utilizada para monitorar a utilização do nitrogênio da dieta. A avaliação do balanço de nitrogênio e da concentração de ureia no soro e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição protéica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e

ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (Pessoa et al., 2009).

Neste sentido, maiores concentrações de nitrogênio ureico no sangue e na urina caracterizam ineficiência na utilização da proteína e maiores perdas de energia que, de acordo com os valores encontrados no presente trabalho a dieta sem a utilização do farelo de crambe proporcionou o nível mais alto ($27,77\text{mg.dL}^{-1}$) de NUS (Tabela 6). Uma vez que segundo Oliveira et al. (2001) concentrações de NUS para ovinos abaixo de 19 a 20mg.dL^{-1} são indicativos de que os animais não utilizam boa parte do nitrogênio consumido.

Petit et al. (1997) corroboram que o crambe, por apresentar grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados sendo estes biohidrogenados pelas bactérias ruminais, proporciona aumento na disponibilidade de energia, fator positivo para este alimento já que a extensão da síntese microbiana depende da quantidade de energia disponível no substrato, e não somente da quantidade e da natureza do material presente no rúmen.

O consumo de nitrogênio (CN), conforme comportamento do consumo de PB (Tabela 4) apresentou efeito linear decrescente sendo que as dietas 50FC e 75FC proporcionaram médias de consumo iguais ($29,33\text{g.dia}^{-1}$) (Tabela 6). Este fato, aliado à satisfatória produção de nitrogênio microbiano, indica melhor utilização do N ingerido no tratamento 75FC já que este apresentou menor CN e NUS e maior EFIM (Tabela 6) resultando no mesmo ganho de peso médio diário (Tabela 3) em relação às demais dietas.

Por intermédio da união dessas informações, é possível pressupor que, apesar das dietas serem isoprotéicas ocorreu redução decrescente no consumo de nitrogênio ($\text{CN} = 37,4502 - 0,115836\text{FC}$; $R^2 = 29,41\%$) ($P < 0,01$) ocasionando variação decrescente no balanço de nitrogênio ($\text{BN} = 21,6236 - 0,079047\text{FC}$; $R^2 = 20,35\%$) ($P < 0,05$) fazendo com que os microrganismos ruminais dos animais que consumiram a dieta 0FC assimilasse menor quantidade de amônia e consequentemente apresentassem maior média para NUS (Tabela 6). Indiferente do nível de inclusão de farelo de crambe nas dietas a maior concentração do NUS nos animais ocorreu após 3h do fornecimento da dieta (Figura 1).

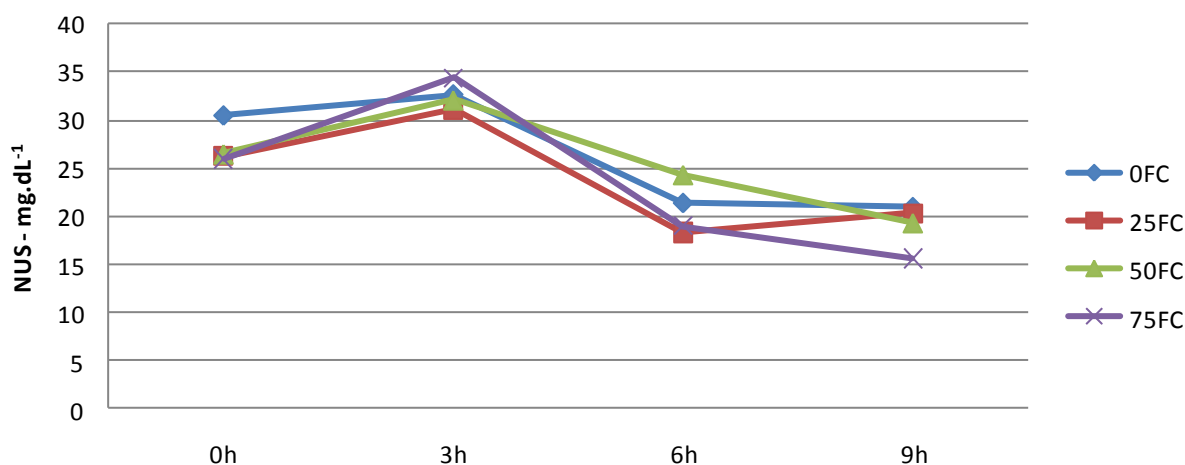


Figura 1- Disponibilidade do NUS em função do tempo após o fornecimento da dieta.

Mesmo os animais tendo apresentado produção linear decrescente NUS com o aumento da quantidade de farelo de crambe nas dietas a excreção urinária de nitrogênio uréico (EUNU) (Tabela 6) não apresentou efeito ($P \geq 0,05$), ou seja, nenhuma dieta proporcionou maiores perdas de N e consequentemente maiores desvios de energia para síntese de ureia no fígado.

Segundo Freire (2014), a sincronia na suplementação de amido e proteína para o rúmen reduz a difusão de amônia para a flora do rúmen e aumenta a retenção de nitrogênio. A quantidade de amônia que poderá ser utilizada pelas bactérias depende da quantidade de energia disponível, ou seja, da degradabilidade do alimento ingerido.

Detmann et al. (2005) corroboram que quanto melhor a adequação das quantidades de energia e compostos nitrogenados no ambiente ruminal menor a difusão de amônia pela parede ruminal resultando em menor dreno energético. Dessa forma a determinação da concentração de amônia permite avaliar o balanceamento da energia com a proteína da dieta ingerida (Ribeiro et al. 2001). Altas concentrações de amônia estão relacionadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e, ou às baixas concentrações de carboidratos degradados no rúmen. Baseado nessas informações a relação NUS/CN no presente estudo não apresentaram efeito ($P \geq 0,05$) o que podendo inferir que todas as dietas apresentaram a mesma perda relativa dos compostos nitrogenados no ambiente ruminal mediante a quantidade de energia ingerido.

Considerando os efeitos do glicosinolato presente no farelo de crambe não houve efeito ($P \geq 0,05$) dos níveis de inclusão da proteína deste alimento na dieta para os parâmetros plasmáticos sanguíneos da ALT e AST tendo média de 24,46 U.L⁻¹ e 156,20 U.L⁻¹, respectivamente (Tabela 7). Tais valores se encontram dentro do referencial de concentrações sugeridas para ovinos sadios destas respectivas enzimas que são de 22 a 28 U.L⁻¹ e 60 a 280 U.L⁻¹ (Radostits, 2002). Altas concentrações destas enzimas no plasma sanguíneo podem sugerir a presença de lesões nos hepatócitos em resposta à toxicidade dos glicosinolatos.

As enzimas ALT e AST foram também analisadas por Canova (2012) que ao avaliar a inclusão crescente da torta de crambe na dieta de cordeiros por 25 dias também não observou efeitos destas nos animais.

Tabela 7- Concentrações médias e coeficiente de variação (CV) de alanina aminotransferase (ALT – U.L⁻¹) e aspartato aminotransferase (AST - U.L⁻¹), em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crambe nas dietas

Item	Dieta				P-valor*	CV(%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
AST	161,04	180,39	142,86	140,50	0,1156	20,69
ALT	25,21	23,83	24,31	24,49	0,5741	5,68

5% de probabilidade

As Figuras 2 e 3 representam o comportamento das enzimas hepáticas AST e ALT ao longo do período experimental e podemos ressaltar os fatores antinutricionais não alterou tais enzimas.

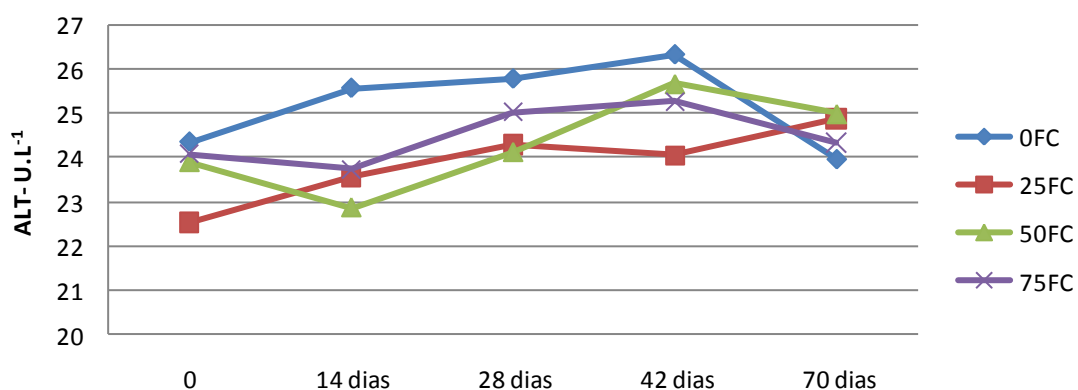


Figura 2- Concentração de alanina aminotransferase (ALT) em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crambe nas dietas durante o período experimental

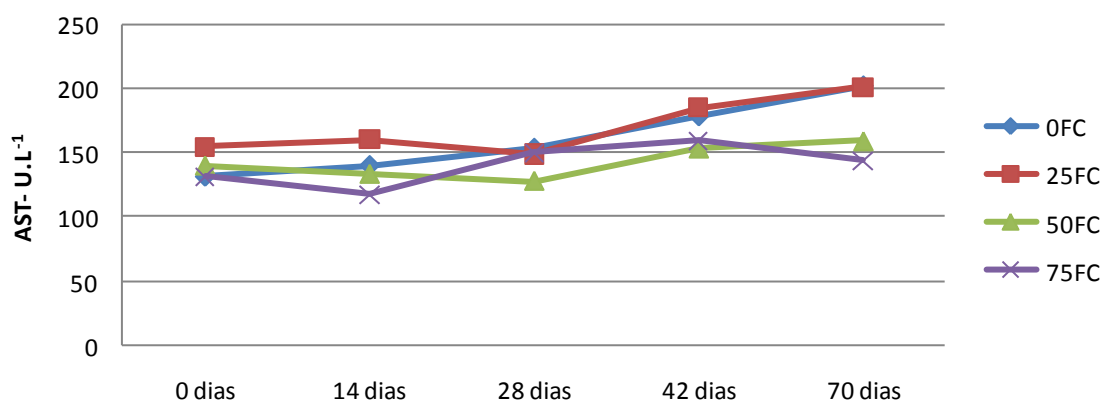


Figura 3- Concentração de aspartato aminotransferase (AST), em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crambe nas dietas durante o período experimental

CONCLUSÃO

O farelo de crambe pode ser utilizado como alimento protéico podendo substituir em até 75% a proteína bruta do concentrado sem afetar o desempenho produtivo. Apesar de proporcionar redução no CMS, CNFcp e CPB kg MS.dia⁻¹ proporciona aumento crescente nos parâmetros de eficiência microbiana sem indicar comprometimento na função hepática dos animais devido a presença de glicosinolato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, V. L.; SLANGER, W. D.; BOYLES S. L., et al. Crambe meal is equivalent to soybean meal for backgrounding and finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2608-2613, n. 10, 1993.
- ANDRIGUETO, J. M. Nutrição animal. 4. ed. São Paulo: Nobel. v.1, 1986.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. AOAC, Washington, DC.
- CABRAL, E.M.; BACELAR, M.; BATISTA, S., et al. Replacement of fishmeal by increasing levels of plant protein blends in diets for Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. **Aquaculture**, v.322-323, p.74–81, 2011.
- CANOVA, E.B. Torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na alimentação de cordeiros. 77p. **Dissertação** (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto De Zootecnia, Nova Odessa, 2012.
- CHEN, X.B. e GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. Bucksburnd: Rowett **Research Institute/International Feed Research Unit**, (Occasional publication). 21p. 1992.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.35, p.1479-1486, 2006.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e compostos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1380-1391, 2005.
- FREIRE, L. D. R. Parâmetros metabólicos de ovinos confinados alimentados com ureia de liberação lenta na dieta. 66p. **Dissertação de mestrado**- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.
- HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville. **Proceedings...**,University of Florida, v. 11, p.179-186, 2000.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5. ed , New York: **Academic Press**, p. 932, 1997.
- LAMBERT,J.L.; CLANTON, D. C.; WOLFF, I. A. et al. Crambe meal protein and hulls beef cattle rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, p.601-607, 1970.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n.4,p.347-358, 1996.
- MENDONÇA, B. P. C. Coprodutos do crambe na alimentação de bovinos. 58p. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MITHEN, R.F., DEKKER, M., VERKERK, R., RABOT, S., JOHNSON, I.T.,The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. **Journal Science Food Agriculture**. 80, 967–984, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of small ruminants**. 1.ed. Washington, D.C.: 362 p.2007.

NETO, I. A. Souza, A. D. V.; Itavo, L. C. V., et al. Consumo de nutrientes e desempenho de borregas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de farelo de crame em substituição ao farelo de soja. **XX Congresso Brasileiro de Zootecnia**. Palmas-TO, 2010.

PETIT, H. V.; RIOUX, R.; D'OLIVEIRA, P. S., et al. Performance of growing lambs fed grass silage with raw or extruded soybean or canola seeds. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 455-463, 1997.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PINA, D.S; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1552-1559. 2006.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing In: Feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines**. A practical manual for research workers. Rome: FAO, p.106. 1986.

RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia, pH ruminais em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.581-588. 2001.

RADOSTIS, O.M; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. Exame clínico e diagnóstico em veterinária, **ed. Saraiva**, p.591,2002.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Eds.). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, p123-158, 1981.

ROSCOE, R.; RICETTI, A.; MARANHO, E. Análise de viabilidade técnica de oleaginosas para produção de biodiesel em Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, v.16, 2007.

SANTOS, V. G.; FERNANDES JÚNIOR, A. C.; KOCH, J. F. A. et al. Composição química e digestibilidade do farelo de nabo forrageiro para tilápia do Nilo. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.2, p. 537-546, 2010.

STATISCAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **System for Microsoft Windows**. Release 8.2, Cary: 2001. CD ROM.

SILVA, J. F. C.; BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Mecanismos reguladores de consumo (1ª Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.

SNIFFEN, C. J., ROBINSON, P. H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **J. Dairy Sci.**,70(1), p.425-441. 1987.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA E PRODUTIVA DE CORDEIROS SUBMETIDOS A PLANOS NUTRICIONAIS COM INCLUSÃO CRESCENTE DE FARELO DE CRAMBE.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas produtivas e econômicas da substituição crescente da proteína bruta do concentrado em níveis de crescentes: 0, 25, 50 e 75% MS pela proteína bruta farelo de crambe na dieta de cordeiros confinados. Para a avaliação de desempenho produtivo foram utilizados 24 cordeiros machos SRD, não castrados, com idade média inicial de 4 meses e peso vivo médio inicial de $17,50 \pm 3,90$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos. O período experimental teve duração de 91 dias sendo sete dias de adaptação às condições experimentais. Durante todo período experimental, os animais receberam dietas contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado. Os animais foram pesados a fim de monitorar a variação do peso vivo. Para realizar as análises econômico-financeiras, foram considerados o perfil tecnológico, os indicadores de tamanho, os indicadores zootécnicos e os indicadores econômicos dos diferentes planos nutricionais. Foram consideradas as estruturas de avaliação, em: custo de produção efetivo, custo operacional total, custo total, margem bruta, margem líquida, lucro e a taxa de retorno do capital investido. Os resultados de ganho médio diário foram submetidos à análise de variância e estudo de regressão adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAS. Não houve efeito para ganho médio anual por lote. Contudo a dieta contendo 25% da proteína bruta oriunda do farelo de crambe proporcionou maior número de ciclo de produção por ano culminando em maior número de animais terminados e vendidos. Verificou-se que a dieta com 75% da proteína bruta oriunda do farelo de crambe proporcionou menor custo com a alimentação sendo as dietas com 25 e 75% as mais rentáveis apresentando maiores valores da taxa de retorno do capital investido, 13,57% e 17,84%a.a, respectivamente. Todos os planos nutricionais apresentaram valores econômicos positivos em relação às margens bruta e líquida. Portanto a utilização do farelo de crambe na dieta de cordeiros é economicamente viável permitindo a viabilidade da atividade em curto ou longo prazo.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Ovinocultura. viabilidade econômica,

ECONOMIC EVALUATION AND PRODUCTION OF LAMBS SUBJECTED TO NUTRITIONAL PLANS WITH THE INCREASING INCLUSION OF CRAMBE MEAL.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productive and economic answers the increasing substitution of crude protein concentrate in increasing levels: 0, 25, 50 e 75% DM of crude protein concentrate for crude protein of crambe meal. The productive performance evaluation were used 24 lambs males, not castrated, with initial age of 4 months and body weight mean of $17.50 \pm 3.90\text{kg}$, composed of four treatment. The experimental period lasted 91 days with 7 days of adaptation to experimental conditions Throughout the trial period, animals were fed with diet containing 50% roughage, and 50% concentrate. The animals were weighed to monitor the variation of body weight. To conduct economic and financial analyzes, we considered the technological profile, size indicators, zootechnical indicators, and the economic indicators of the different nutritional plans. The evaluation structures were considered, as follows: cost-effective production, total operating cost, total cost, gross margin, net margin, profit, and the rate of invested capital return. The results of daily gain mean were submitted to analysis of variance and regression at 5% significance using the SAS program. There was no effect for annual gain mean per lot. However the diet containing 25% crude protein derived from the crambe meal provided greater number of a year production cycle culminating in more finished and sold animals. Diet with 75% crude protein derived from the crambe meal provided less feed cost, being diets with 25 and 75% more profitable with greater values of the rate of invested capital return, 13.57%, and 17.84%pa respectively. All nutritional plans showed positive economic values in relation to gross and net margin. Therefore, the use of crambe meal in lamb diet is economically viable enabling the feasibility of activity in the short or long term.

Keywords: Alternative food. Economic viability. Sheep breeding.

INTRODUÇÃO

O conhecimento de ferramentas zootécnicas e dos custos de produção representa uma condição essencial para que produtores se sintam motivados a conhecer e utilizar, de maneira eficaz e econômica, os fatores de produção. No caso da ovinocultura são escassos os estudos que tenham avaliado os custos de produção de ovinos de corte (Wander e Martins, 2004; Vidal, 2006; Barros et al., 2009; Paim et al., 2011; Pini, 2014) necessitando de mais pesquisas relacionadas ao tema.

O incremento de investimentos pode vir a diminuir as margens de lucro, sendo este crucial, especialmente em um setor onde o aumento de preço no produto final pode refletir em redução de consumo e conseqüentemente em perda de rentabilidade, pois na criação intensiva de ruminantes, os gastos com alimentação representam um dos principais componente do custo de produção. Nesse contexto, torna-se de grande valia a redução de todo e qualquer fator que contribua na composição dos custos do sistema de produção com melhoria no produto final (Figueiredo et al., 2007).

A busca de alimentos alternativos e de baixo valor comercial representa uma forma de minimizar este gasto. Entre os vários fatores a serem considerados na escolha de ingredientes a serem utilizados na formulação da dieta, destacam-se a quantidade disponível; a proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo; as suas características nutricionais; e os custos de transporte, condicionamento e armazenagem.

Baseado nisto alimentos alternativos estão sendo pesquisados, como potencial para inclusão na dieta de ruminantes como substituto de alimentos mais tradicionais (milho e soja). Exemplos desses alimentos são os coprodutos de oleaginosas oriundos do biodiesel, como o farelo de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), os quais apresentam geralmente alta concentração de proteína (Knights, 2002).

Para haver resultados positivos com o uso do farelo de crambe como substituto de alimentos protéicos tradicionais deve-se determinar o nível ideal de inclusão na dieta de ruminantes, de modo a maximizar a produção, rentabilidade e minimizar a ocorrência de desequilíbrios metabólicos.

Neste estudo objetivou-se com este estudo avaliar as respostas produtivas e econômicas da substituição crescente da proteína bruta do concentrado em níveis de crescentes: 0, 25, 50 e 75% MS pela proteína bruta farelo de crambe na dieta de cordeiros confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar as análises econômico-financeiras, foram considerados o perfil tecnológico, os indicadores de tamanho, os indicadores zootécnicos e os indicadores econômicos de diferentes sistemas de alimentação sendo os dados tabulados em planilhas eletrônicas conforme Figueiredo et al. (2007).

A base de cálculos dos sistemas de produção foram diferenciados pelo período de recria e engorda de cordeiros em confinamento em que se padronizou idade inicial de quatro meses e peso vivo inicial de $17,50 \pm 3,90$ kg até alcançarem o peso de abate de 40kg.

Os dados de ganho de peso, consumo e produção de esterco foram obtidos em experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2014 no Laboratório de Ruminantes da

Fazenda Experimental do Moura (FEM) pertencente a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no município de Curvelo – MG.

Para tal foram utilizados vinte e quatro ovinos SRD, machos, com idade inicial média de quatro meses e peso vivo médio inicial de $17,50 \pm 3,90$ kg. Os cordeiros foram mantidos em baias individuais de 1,5m x 1,0m, equipadas com comedouro e bebedouro individuais. Os animais foram vermifugados contra endoparasitas via oral à base de albendazol e injetável composto por ivermectina no início do experimento e estrategicamente quando houvesse sintoma de contaminação por parasitos.

O experimento para avaliar o desempenho produtivo e consumo de matéria seca dos cordeiros foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. O período experimental foi constituído de 91 dias sendo sete dias de adaptação às condições experimentais e 84 dias para coletas de dados.

Durante este período os animais receberam dietas contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado, com base na matéria seca.

As dietas foram balanceadas para ganho de peso médio diário de 200g segundo dados extrapolados para a categoria de animais de 20 kg preconizado pelo NRC (2007), contendo aproximadamente de 19% de proteína bruta (PB) e 65,4% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabelas 1). Estas foram fornecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, sempre às 07h00 e 15h00 horas permitindo sobras de aproximadamente 20%.

Os planos nutricionais foram constituídos por níveis crescentes de inclusão de proteína do farelo de crambe em substituição à proteína do concentrado (Tabela 1), sendo:

Plano nutricional 0FC = 0% de substituição da proteína do concentrado pela PB do farelo de crambe (controle);

Plano nutricional 25FC= 25% de substituição da proteína do concentrado pela PB do farelo de crambe;

Plano nutricional 50FC = 50% de substituição da proteína do concentrado pela PB do farelo de crambe;e,

Plano nutricional 75FC = 75% de substituição da proteína do concentrado pela PB do farelo de crambe.

A ração concentrada foi formulada utilizando: milho moído, farelo de crambe, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo, mistura mineral e ureia/sulfato de amônio em diferentes proporções (Tabela 1).

A mistura entre o volumoso e o concentrado foi realizada no momento do fornecimento da dieta. Os animais tiveram ainda acesso irrestrito à mistura mineral fornecida em cocho separado e à água limpa e fresca.

Durante todo o experimento a silagem e o concentrado oferecidos e as sobras foram pesadas diariamente, com intuito de mensurar o consumo individual dos animais em quilograma por dia (kg.dia^{-1}) e a partir dos valores registrados era ajustada a quantidade de alimento fornecida para permitir 20% de sobras no comedouro.

Os animais foram pesados nos 1º, 14º, 28º, 42º, 56º, 70º, 84º dias experimentais para monitoramento da variação de peso vivo. A obtenção do ganho de peso diário se deu pela diferença entre o peso vivo inicial e o peso vivo final, dividido pelo número de dias de avaliação.

Os resultados de consumo e ganho de peso foram submetidos à análise de variância de regressão adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAS (2001).

Tabela 1 – Composição percentual da dieta em matéria seca oferecida, em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crambe nos planos nutricionais de cordeiros.

Item (%MS)	Plano nutricional				P-valor*	CV (%)
	0FC	25FC	50FC	75FC		
Milho moído ¹	6,12	8,00	14,75	9,51	---	---
Farelo de soja ¹	5,00	6,50	10,00	7,00	---	---
Farelo de algodão ¹	26,50	17,50	---	---	---	---
Farelo de trigo ¹	10,50	5,00	---	---	---	---
Farelo de crambe ¹	---	11,15	22,62	32,50	---	---
Mistura mineral ¹	1,88	1,88	1,88	1,00	---	---
Uréia/Sulfato de amônio ¹	---	---	0,75	---	---	---
Silagem de milho ¹	50,00	50,00	50,00	50,00	---	---

*5% probabilidade. ¹/ %MS

De posse dos dados experimentais correspondentes à inclusão ou não do farelo de crambe à dieta, foi realizada simulação de um sistema de produção em confinamento para 300 cordeiros, correspondendo à capacidade de animais para um funcionário (Zara, 2014). Para tal a metodologia de cálculo de custo se baseou nos métodos de custo operacional e de custo total proposta por Matsunaga et al. (1976) e Lopes e Carvalho (2002), onde foram consideradas a seguinte estrutura de avaliação de custo operacional efetivo, custo operacional total e custo total. Com base a 0,6%a.m da remuneração dos depósitos de poupança em novembro de 2015 (Banco Central do Brasil, 2015).

Os preços dos insumos para as dietas, os medicamentos, vacinas, assistência técnica, os preços de comercialização do quilo de peso vivo de cordeiros aos 40 kg e preço do quilo de esterco foram obtidos junto ao mercado varejista do município de Curvelo – MG, no mês de junho de 2015 através de cotação direta. Foram utilizados os valores de R\$ 6,65.kg PV⁻¹ do borrego para abate e R\$0,10.kg⁻¹ de esterco curtido.

Para a determinação da produção de esterco realizou-se coletas individuais e total das fezes por período de 24 horas durante cinco dias consecutivos, com o auxílio de bolsas coletoras. Os cálculos estão baseados na produção real de matéria seca fecal média por animal em 0,390kg fezes.dia⁻¹. Após a coleta as fezes as mesmas eram expostas a radiação solar para a retirada de umidade e curtimento transformando as fezes em esterco.

Os indicadores zootécnicos analisados foram peso vivo médio inicial e final dos animais, ganho médio anual por lotes terminados (kg.animal.ano⁻¹).

Foi considerada a distância média de 200 km para a aquisição do farelo de crambe utilizando transporte terceirizado ao custo de R\$ 1,30.km⁻¹, utilizando veículo com capacidade média de carga de 2500 kg de matéria natural,este cálculo foi necessário devido este alimento ainda não ser disponível no mercado A silagem de milho foi cotada a R\$140,00 a tonelada.

Considerou-se a construção de galpão em alvenaria de 35m² para a mistura dos ingredientes concentrados, depósito de insumos e outros materiais. Para o confinamento considerou-se um

aprisco de 300m² de piso de concreto para a terminação dos cordeiros, obedecendo à densidade de 1,0m² por animal (Garcia, 2010).

Os indicadores de tamanho foram analisados a venda do esterco produzido (kg de material curtido.ano⁻¹); fornecimento dos planos nutricionais total para o rebanho (kg MN.ano⁻¹); capital total investido (R\$.ano⁻¹) em benfeitorias, ferramentas, animais, máquinas; número de lotes terminados por ano, número de animais terminados por ano, período de confinamento, número de animais comercializados por ano e quantidade de carne produzida (Tabela2).

Tabela 2- Indicadores de tamanho calculados nos diferentes planos nutricionais

Indicadores de tamanho	Base de cálculo
Período de confinamento (dias)	Ganho de peso médio total (GMPT) / Ganho médio diário
Idade ao abate (meses)	4+Período de confinamento (dias)/30
Número de lotes terminados por ano	365/Período de confinamento (dias)
Ganho médio anual por lotes terminados	GMD/animal . 365. n° de animais por lote
Compra e venda de cordeiros	n° ciclos por ano . n° de animais por lote
Quantidade anual de carne vendida	GPMT/animal . n° de animais terminados. 50%

Em relação à sanidade animal consideram-se gastos com vermifugação completa e vacinação contra raiva e clostridiose em todos os animais antes de iniciarem o período de confinamento. Ao custo com assistência técnica foi incluso desembolso total mensal de R\$584,00 em cada sistema de produção sendo este composto por R\$50,00 mensais para pagamento de serviços de contabilidade, quatro diárias anuais no valor de R\$400,00 para assistência médico veterinário e R\$400,00 mensais para assistência de zootecnista.

Considerou-se em cada sistema de produção a retirada do pró-labore do proprietário no valor de um salário mínimo corrente mensal, sendo cotado no período de junho de 2015 (R\$788,00) e as despesas relativas a um funcionário recebendo mensalmente um salário mínimo mais encargos trabalhistas.

A partir desses parâmetros foram determinados todos os custos, as receitas, as margens de lucro e a taxa de retorno do capital investido (Tabela 3).

Tabela 3- Indicadores econômicos calculados nos diferentes planos nutricionais

Indicador econômico	Base de cálculo
Custo operacional efetivo da atividade (COE)	Água e energia elétrica+ compras dos animais+ planos nutricional+ Assistência técnica+ sanidade+conservação e reparos de benfeitorias e máquinas e pró-labore
Custo operacional efetivo por animal ao ano (R\$/animal/ano)	COE/produção anual de animal
Custo operacional total da atividade (COT) (R\$/ano)	COE+ depreciação de máquinas e benfeitorias
Custo operacional total por animal por ano (COT)(R\$/animal/ano)	COT/produção anual de animal
Custo total da atividade (CT) (R\$/ano)	COT + remuneração do COE e do capital médio investido em animais, benfeitorias, máquinas, silagem e terras.
Renda bruta da atividade (RBA) (R\$/ano)	Vendas dos animais + esterco
Renda bruta por animal ao ano	(Vendas dos animais + esterco) .12
Margem bruta da atividade (R\$/ano)	RBA - COE
Margem bruta por animal ao ano (R\$/animal/ano)	Preço do animal - COE do animal
Margem líquida da atividade (R\$/ano)	RBA – COT
Margem líquida (ML) por animal por ano (R\$/animal/ano)	Preço animal – COT animal
Lucro da atividade (R\$/ano)	Preço da atividade – CT atividade
Lucro por animal ao ano (R\$/animal/ano)	Preço animal– CT animal
Taxa de remuneração do capital investido (TRCI)	ML / COE

A metodologia de cálculo de custo se baseou nos métodos de custo operacional (efetivo e total) e de custo total, proposta por Matsunaga et al. (1976) e Lopes e Carvalho (2002), onde foram consideradas a estrutura de avaliação de custo operacional efetivo, custo operacional total e custo total (Tabela 3).

Os indicadores econômicos e os custos analisados foram calculados de acordo com Figueiredo et al. (2007) em R\$.ano⁻¹ e referem-se à renda bruta da atividade (RBA) equivalente à venda dos animais e do esterco produzido; ao custo operacional efetivo da atividade (COE), incluindo os gastos com mão de obra contratada, dieta, sanidade, energia elétrica, impostos e taxas; reparos em benfeitorias, máquinas e equipamentos, aquisição de machos e outros. Levando em consideração 6% por média anual de depreciação de acordo com Lopes e Carvalho (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar o ganho médio anual por lote (Tabela 4) a inclusão do farelo de crumbe nos planos nutricionais não provocou diferença estatística. No entanto ao se considerar as médias de ganho médio anual por lote para determinar o tempo necessário para alcançar 40kg ao abate verifica-

se que os cordeiros alimentados com o plano nutricional 25FC apresentam ganho superior entre os demais planos.

Tabela 4- Indicadores zootécnicos e de tamanho para estruturação dos modelos e coeficiente de variação (CV) que caracterizaram o rebanho de cada dieta

Indicadores zootécnicos			Plano Nutricional				P-valor*	CV(%)
			0FC	25FC	50FC	75FC		
Idade inicial dos cordeiros (meses)			4	4	4	4	-	-
Peso vivo médio inicial dos cordeiros(kg)			17,50	17,50	17,50	17,50	-	-
Peso vivo médio ao abate dos cordeiros (kg)			40	40	40	40	-	-
Peso médio dos cordeiros(kg)			27,5	27,5	27,5	27,5	-	-
Número de animais no rebanho			300	300	300	300	-	-
<i>Resultados</i>								-
Idade ao abate (meses) ¹			7,2	6,8	7,7	7,6	-	-
Ganho médio diário			0,258	0,292	0,222	0,231	0,0896	17,95
Ganho médio anual por lote (kg.PV.ano ⁻¹)			28251	31974	24309	25293	0,1157	12,37
Número de lotes terminados por ano			3,77	4,26	3,24	3,37	-	-
Compra anual de cordeiros			1131	1279	972	1012	-	-
Venda anual de cordeiros			1131	1279	972	1012	-	-
Quantidade de quilos de carne vendida no ano (kg carne.ano ⁻¹)			14143	15990	12152	12650	-	-

¹ Extrapolação para alcance de 40kg de PV. *5% de probabilidade

De acordo com a estimativa apresentada no presente estudo todos os planos nutricionais observados apresentaram ganho de peso (kg.dia⁻¹) dos animais acima do preconizado pelo NRC (2007). A utilização do farelo de crambe muitas vezes é limitada pela falta de conhecimento de suas características e valor econômico, bem como pelos dados literários de desempenho dos animais alimentados com esse coproduto. No presente estudo pôde ser constatado a redução nos custos ao utilizar o farelo de crambe na alimentação de ruminantes correspondendo 45,71% para o plano nutricional 75FC em comparação ao 0FC (Tabela 5), sem comprometer o desempenho animal (Tabela 4).

Tabela 5 - Consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso vivo, consumo de silagem de milho (CSM) (kg.animal.dia), de concentrado (CC) (kg.animal.dia)%MS , consumo de concentrado (CC) (kg matéria natural (MN).animal⁻¹.dia⁻¹), consumo de silagem de milho (CSM) (kg MN. animal⁻¹.dia⁻¹), consumo total (kg MN.animal⁻¹.dia⁻¹) dos planos nutricionais, custo por quilo de concentrado (R\$.kg⁻¹), custo por quilo de silagem de milho (SM) (R\$.kg⁻¹), custo total da dieta oferecida (R\$.kg⁻¹), custo do CC (R\$.animal.dia⁻¹), custo CSM (R\$.animal.dia⁻¹) e o custo total consumido em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo de crumbe em planos nutricionais de cordeiros

Item	Plano nutricional			
	0FC	25FC	50FC	75FC
CMS	3,61	3,78	3,62	3,63
CSM	0,673	0,707	0,586	0,627
CC	0,665	0,697	0,574	0,619
CC	0,731	0,768	0,636	0,627
CSM	2,557	2,687	2,228	2,383
Consumo total	3,288	3,455	2,864	3,010
Custo por kg de concentrado	0,94	0,76	0,56	0,38
Custo por kg de SM	0,14	0,14	0,14	0,14
Custo total	1,05	0,96	0,67	0,57
Custo do CC	0,69	0,58	0,36	0,24
Custo CSM	0,36	0,38	0,31	0,33
Custo total consumido	1,05	0,96	0,67	0,57

Lopes et al. (2011) afirmaram que o sucesso da atividade de confinamento é dependente de dois pontos, sendo o preço de compra e venda dos animais e o custo de alimentação. O que se torna completamente entendível quando se analisa o somatório do custo com a compra dos animais ao custo dos planos nutricionais que representa 87,66%, 87,81%, 84,29% e 80,34% do custo operacional efetivo (COE) nos planos nutricionais 0FC, 25FC, 50FC e 75FC respectivamente (Tabela 5).

Quando se analisa a quantidade de carne que se deve produzir para pagar cada componente do COE o plano nutricional 75FC tem a menor percentual de produção com os custos (19.524,03 kg PV) ao somar a compra de animais e a preparação da dieta, já que são estes os componentes que mais oneram o custo de produção, em relação ao plano nutricional 25FC (35.044,69 kg PV) (Tabela 6) mediante ao fato do plano nutricional 75FC apresentar baixo custo da dieta entre os demais planos nutricionais (Tabela 5) e o plano nutricional 25FC produz maior números de lotes de animais terminados por ano (Tabela 4) o que necessita de maior quantidade de kg PV devido à maior produção de carne anual.

Tabela 6 - Componentes do custo operacional efetivo (COE) utilizados na composição dos custos totais de produção dos modelos que caracterizam os sistemas de produção, em percentual do COE (% COE) e em quilos de peso vivo (kg PV)

Componentes	Plano nutricional							
	0FC %COE	Kg PV	25FC %COE	Kg PV	50FC %COE	Kg PV	75FC %COE	Kg PV
Água e energia elétrica	0,82	318,5	0,80	318,50	1,05	318,50	1,31	318,50
Compra de animais	43,48	16.972,50	48,08	19.187,39	48,08	14.583,41	41,77	10.151,05
Concentrado	29,07	11.347,70	24,21	9.662,92	19,28	5.849,50	15,96	3.878,87
Silagem de milho	15,10	5.895,38	15,52	6.194,38	16,93	5.135,25	22,61	5.494,11
Assistência técnica	2,70	1.052,63	2,64	1.052,63	3,47	1.052,63	4,33	1.052,63
Mão de obra	5,16	2.015,52	5,05	2.015,52	6,64	2.015,52	8,29	2.015,52
Sanidade	0,92	360,72	1,02	407,79	1,02	309,94	1,33	322,64
Conservação e reparos	2,74	1.069,62	2,68	1.069,62	3,53	1.069,62	4,40	1.069,62
Total	100	39.032,58	100	39.908,76	100	30.334,38	100	24.302,95

A margem bruta (MB) representa se a atividade em análise está cobrindo os gastos correntes com a produção, sem levar em conta a depreciação e o custo de oportunidade. Sendo o custo de oportunidade definido como a remuneração alternativa de algum fator no mercado, levando em conta as suas características, esse custo está implícito na atividade produtiva, pois não há um desembolso direto do produtor, podendo ser contabilizado junto aos custos totais de produção (Arbage, 2000).

No presente estudo a MB foi positiva ($RB > COE$) (Tabela 7) para todas as dietas indicando que todos os sistemas de produção têm capacidade de manter-se no mercado em curto prazo, ou seja, em menos de um ano. Ressaltando que 25FC e 75FC apresentaram maiores MB, respectivamente de R\$ 63.761,21 e R\$ 63.424,77. A ML foi positiva para todos os sistemas (Tabela 7) e também comprova estabilidade e possibilidade de expansão do tamanho da atividade em longo prazo, superior a um ano da atividade.

Ressalta-se que lucratividade do confinamento para terminação animal é variável, visto que é influenciada pelas variações impostas pelo mercado sobre os preços dos insumos e produto final. Essa variabilidade pode ser também visualizada nitidamente entre diferentes regiões do país, uma vez que os insumos e produtos cárneos respondem às variações regionalizadas do mercado (Missio et al. 2009).

Destaca-se que o sistema de produção sem utilização do farelo de crambe apresentou menor lucro anual em relação ao demais (R\$22.077,81) e, conseqüentemente, a menor taxa de retorno do capital investido (9,22%a.a) em relação ao sistema de produção 75FC que apresentou lucro estimado de R\$48.000,27 e taxa de retorno ao capital investido de 24,50% ao ano.

O lucro positivo (Tabela 7) significa que a alocação de recurso proporciona melhor retorno em relação à aplicação na caderneta de poupança.

Tabela 7 - Simulação de renda bruta (RB), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total (CT), margem bruta (MB), margem líquida (ML), lucro, total por ano, por total de animais e esterco vendidos e taxa de retorno do capital investido (TRCI) em função dos níveis crescentes de inclusão de farelo nos planos nutricionais de cordeiros

Especificações	Unidade	Plano nutricional			
		0FC	25FC	50FC	75FC
Renda bruta (RB)					
RB por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	6,75	6,75	6,75	6,75
RB por animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	272,65	271,89	273,74	273,44
RB anual total	R\$.ano ⁻¹	308.507,13	340.354,54	258.709,68	269.305,30
Custo operacional efetivo (COE)					
COE por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	9,89	9,34	9,43	8,97
COE animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	237,76	214,87	217,21	202,08
COE anual total	R\$.ano ⁻¹	269.022,68	274.849,27	211.179,65	204.517,64
COE em relação à RB	%	90,45	85,01	85,70	81,16
Custo operacional total (COT)					
COT por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	10,22	9,63	9,72	9,34
COT por animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	250,73	226,35	232,31	216,59
COT anual total	R\$.ano ⁻¹	283.705,74	289.532,33	225.862,71	219.200,70
COT em relação à RB	%	94,29	88,46	90,25	85,52
Custo total (CT)					
CT por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	10,28	9,68	9,78	9,39
CT por animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	253,14	228,52	234,54	218,67
CT anual	R\$.ano ⁻¹	286.429,31	292.311,85	228.031,00	221.305,03
CT em relação à RB	%	95,19	89,31	91,11	86,34
Margem bruta					
MB por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	-3,14	-2,59	-2,59	-2,22
MB por animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	34,90	57,02	56,63	71,36
MB anual	R\$/ano	39.484,45	65.504,27	47.530,03	64.787,66
Margem líquida					
ML por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	-3,14	-2,88	-2,97	-2,59
ML por animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	21,92	45,54	41,43	56,85
ML anual	R\$.ano ⁻¹	24.801,39	50.821,21	32.846,96	50.104,59
Lucro					
Lucro por quilo vendido	R\$.kg ⁻¹	-3,53	-2,93	-3,03	-2,64
Lucro por r animal	R\$.animal ⁻¹ .ano ⁻¹	19,51	43,37	39,20	54,77
Lucro anual	R\$.ano ⁻¹	22.077,81	48.041,70	30.678,68	48.000,27
TRCI investido (TRCI)	%	9,22	18,49	15,55	24,50

Segundo o ANUALPEC (2014) o pecuarista conta com diversas estratégias para aumentar a produtividade, sendo o manejo nutricional ainda a principal ferramenta de gestão, pois permite ampliar a produção apresentando como resultado o aumento da rentabilidade.

Ao serem considerados os custos associados à produção do quilo de carne e ao quilo de esterco produzido. Verifica-se que o valor de venda unitário dos mesmos, R\$ 6,65 e R\$ 0,10, respectivamente para um quilo de carne e esterco não é suficiente para cobrir tais custos. Esta condição é refletida na ML por quilo de produto vendido que apresenta-se negativa (Tabela 7) para todos os sistemas de produção. Todavia à medida que se aumenta o volume de produção os custos fixos são diluídos proporcionando ML positiva tanto por animal quanto por remuneração total.

A TRCI é necessária para visualização de retornos futuros, valor superior em relação à taxa de remuneração da caderneta de poupança, significando maior rentabilidade econômica em relação ao rendimento mais popular do mercado financeiro, com rendimento atual de 0,6%a.m, em novembro de 2015. Todos os sistemas de produção a TRCI apresenta maior percentagem em relação à taxa disponível caso o capital esteja na cardeneta de poupança, ou seja, todos os sistemas produtivos apresentam maior viabilidade econômica ao investidor (Tabela 7).

CONCLUSÃO

A utilização de até 75% de substituição da proteína bruta do concentrado oriunda do farelo de crumbe para terminação de cordeiros em confinamento é economicamente viável permitindo a permanência em curto e longo prazo da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. Informa Economics FNP. São Paulo, SP, Brasil. 2014. 313 p.

ARBAGE, A. P. Economia rural: conceitos básicos e aplicações. **Grifos**. Universidade Chapecó, 2000.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015. Disponível em: www4.bcb.gov.br/pec/poupanca/poupanca.asp. Acesso 11 de novembro de 2015.

BARROS, C. S., MONTEIRO, A. L. G., POLI, C. H. E. C., et al. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2270-2279, 2009.

FIGUEIREDO, D. M.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.

GARCIA, C. A, **Técnicas essenciais para a instalação de um confinamento ovino**, 2010. Disponível em: www.farmpoint.com.br acesso: 26 de agosto de 2014.

KNIGHTS, E.G Crambe: A north Dakota case study Rural industries Research a development corporation. **RIRDC Publication**. No. W02/005, Kingston, 25p. 2002.

- LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R. et al. Viabilidade econômica da terminação de novilhos nelore e Red norte em confinamento na região de Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.4, p.774-780, 2011.
- LOPES, M.A.; CAMPELLO, R.P.; CARVALHO, F.M. et al. Custo Bovino Leite 1.0: software de controle de custos para a atividade leiteira. **Rev. Bras. Agroinf.**, v.4, p.102- 115, 2002.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. **Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA**. Agric. São Paulo, v.23, p.123-139, 1976.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of small ruminants**. 1.ed. Washington, D.C.: 2007. 362 p.
- PAIM, T. P., CARDOSO, M. T. M., BORGES, B. O., et al. Estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos. **Ciências Animal Brasileira.**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 48-57, jan./mar. 2011
- PINI, T.R.M., STEPHAN, A. S.A. LUCAS, L.S., et al. Análise econômica de sistemas de produção de bovinos de corte. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.71, n.1, p.47-57, 2014.
- STATISCAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **System for Microsoft Windows**. Release 8.2, Cary: 2001. CD ROM.
- VIDAL, M. F., SILVA, G.R., NEIVA J. N. M., et al. Análise econômica da produção de ovinos em lotação rotativa em pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* (Jacq)). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n 04, p. 801-818, 2006.
- WANDER, A.E.; MARTINS, E.C. Avaliação econômica da cadeia produtiva da ovinocultura de corte: Competitividade do segmento “produção”. In: Encontro Estadual do Agronegócio do Estado do Ceará, 2004, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza-CE: SEAGRI, 25p. 2004.
- ZARA, A. C. P. **Seu plantel é capaz de pagar o seu funcionário?** Fev – 2014. Disponível em: www.cordeirobiz.com.br ; acesso 25 julho de 2014.